

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年12月21日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第363135号

出 願 人  
Applicant(s):

ソニー株式会社

2000年 9月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2000-3071519

特平 11-363135

【書類名】 特許願  
【整理番号】 9900816009  
【提出日】 平成11年12月21日  
【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿  
【国際特許分類】 H01J 1/30  
【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 室山 雅和

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 齋藤 一郎

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 井上 浩司

【特許出願人】  
【識別番号】 000002185  
【氏名又は名称】 ソニー株式会社  
【代表者】 出井 伸之

【代理人】  
【識別番号】 100094363  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 山本 孝久

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 048390  
【納付金額】 21,000円

出証特 2000-3071519

【提出物件の目録】

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【包括委任状番号】 9708612

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出装置、冷陰極電界電子放出素子及びその製造方法、並びに、冷陰極電界電子放出表示装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 (イ) 炭素薄膜選択成長領域が表面に形成された導電体層、及び、  
(ロ) 炭素薄膜選択成長領域上に形成された炭素薄膜から成る電子放出部、  
から構成されていることを特徴とする電子放出装置。

【請求項2】 (イ) 支持体上に形成されたカソード電極、及び、  
(ロ) カソード電極の上方に形成され、開口部を有するゲート電極、  
から成り、

(ハ) 少なくとも、開口部の底部に位置するカソード電極の部分の表面に形成された炭素薄膜選択成長領域、及び、  
(ニ) 炭素薄膜選択成長領域上に形成された炭素薄膜から成る電子放出部、  
を更に備えていることを特徴とする冷陰極電界電子放出素子。

【請求項3】 炭素薄膜選択成長領域は、表面に金属粒子が付着したカソード電極の部分、あるいは、表面に金属薄膜が形成されたカソード電極の部分であることを特徴とする請求項2に記載の冷陰極電界電子放出素子。

【請求項4】 金属粒子あるいは金属薄膜は、モリブデン、ニッケル、チタン、クロム、コバルト、タンゲステン、ジルコニウム、タンタル、鉄、銅、白金及び亜鉛から成る群から選択された少なくとも1種類の金属から構成されていることを特徴とする請求項3に記載の冷陰極電界電子放出素子。

【請求項5】 炭素薄膜選択成長領域の表面には、硫黄、ホウ素又はリンが付着していることを特徴とする請求項3に記載の冷陰極電界電子放出素子。

【請求項6】 支持体及びカソード電極上には絶縁層が形成されており、ゲート電極に設けられた開口部に連通した第2の開口部が絶縁層に設けられており、  
第2の開口部の底部に炭素薄膜が位置することを特徴とする請求項2に記載の冷陰極電界電子放出素子。

【請求項 7】 (A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、  
 (B) 支持体及びカソード電極上に絶縁層を形成する工程と、  
 (C) 絶縁層上に開口部を有するゲート電極を形成する工程と、  
 (D) ゲート電極に形成された開口部に連通する第 2 の開口部を絶縁層に形成する工程と、

(E) 第 2 の開口部の底部に位置するカソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、

(F) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、  
 から成ることを特徴とする冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 8】 炭素薄膜選択成長領域形成工程は、第 2 の開口部の底部の中央部にカソード電極の表面が露出したマスク層を形成した後、露出したカソード電極の表面を含むマスク層上に、金属粒子を付着させ、若しくは、金属薄膜を形成する工程から成ることを特徴とする請求項 7 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 9】 (A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、  
 (B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、

(C) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程と、  
 (D) 炭素薄膜の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程、  
 から成ることを特徴とする冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 10】 前記工程 (C) に引き続き、全面に絶縁層を形成し、  
 前記工程 (D) に引き続き、ゲート電極に設けられた開口部に連通する第 2 の開口部を絶縁層に形成し、第 2 の開口部の底部に炭素薄膜を露出させることを特徴とする請求項 9 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 11】 (A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、  
 (B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、

(C) 炭素薄膜選択成長領域の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程と、

(D) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、  
から成ることを特徴とする冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 2】前記工程 (B) に引き続き、全面に絶縁層を形成し、  
前記工程 (C) に引き続き、ゲート電極に設けられた開口部に連通する第 2 の  
開口部を絶縁層に形成し、第 2 の開口部の底部に炭素薄膜選択成長領域を露出さ  
せることを特徴とする請求項 1 1 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 3】炭素薄膜選択成長領域形成工程は、炭素薄膜選択成長領域を  
形成すべきカソード電極の部分の表面に、金属粒子を付着させ、若しくは、金属  
薄膜を形成する工程から成り、以て、表面に金属粒子が付着し、若しくは、表面  
に金属薄膜が形成されたカソード電極の部分から成る炭素薄膜選択成長領域を得  
ることを特徴とする請求項 7、請求項 9 及び請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の  
冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 4】炭素薄膜選択成長領域の表面に、硫黄、ホウ素又はリンを付  
着させることを特徴とする請求項 1 3 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方  
法。

【請求項 1 5】炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表  
面に、金属粒子を付着させた後、若しくは、金属薄膜を形成した後、金属粒子の  
表面若しくは金属薄膜の表面の金属酸化物を除去することを特徴とする請求項 1  
3 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 6】金属粒子の表面若しくは金属薄膜の表面の金属酸化物を、プ  
ラズマ還元処理若しくは洗浄処理によって除去することを特徴とする請求項 1 5  
に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 7】炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表  
面に金属粒子を付着させる工程は、溶媒と金属粒子から成る層を炭素薄膜選択成  
長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に形成した後、溶媒を除去し、金  
属粒子を残す工程から成ることを特徴とする請求項 1 3 に記載の冷陰極電界電子  
放出素子の製造方法。

【請求項 1 8】炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表  
面に金属粒子を付着させる工程は、金属粒子を構成する金属原子を含む金属化合

物粒子を炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に付着させた後、金属化合物粒子を加熱することによって分解し、以て、表面に金属粒子が付着したカソード電極の部分から成る炭素薄膜選択成長領域を得る工程から成ることを特徴とする請求項 1 3 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 9】炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に金属化合物粒子を付着させる工程は、溶媒と金属化合物粒子から成る層を炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に形成した後、溶媒を除去し、金属化合物粒子を残す工程から成ることを特徴とする請求項 1 8 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 0】金属化合物粒子は、金属粒子を構成する金属のハロゲン化物、酸化物及び水酸化物から成る群から選択された少なくとも 1 種類の材料から成ることを特徴とする請求項 1 8 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 1】金属粒子あるいは金属薄膜は、モリブデン、ニッケル、チタン、クロム、コバルト、タンゲステン、ジルコニウム、タンタル、鉄、銅、白金及び亜鉛から成る群から選択された少なくとも 1 種類の金属から構成されていることを特徴とする請求項 1 3 に記載の冷陰極電界電子放出素子の製造方法。

【請求項 2 2】複数の画素から構成され、

各画素は、冷陰極電界電子放出素子と、冷陰極電界電子放出素子に対向して基板上に設けられたアノード電極及び蛍光体層から構成され、

各冷陰極電界電子放出素子は、

(イ) 支持体上に形成されたカソード電極、

(ロ) カソード電極の上方に形成され、開口部を有するゲート電極、

(ハ) 少なくとも、開口部の底部に位置するカソード電極の部分の表面に形成された炭素薄膜選択成長領域、及び、

(ニ) 炭素薄膜選択成長領域上に形成された炭素薄膜から成る電子放出部、を備えていることを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置。

【請求項 2 3】アノード電極及び蛍光体層が形成された基板と、冷陰極電界電子放出素子が形成された支持体とを、蛍光体層と冷陰極電界電子放出素子とが対向するように配置し、基板と支持体とを周縁部において接合する冷陰極電界電

子放出表示装置の製造方法であって、

冷陰極電界電子放出素子を、

(A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、

(B) 支持体及びカソード電極上に絶縁層を形成する工程と、

(C) 絶縁層上に開口部を有するゲート電極を形成する工程と、

(D) ゲート電極に形成された開口部に連通する第 2 の開口部を絶縁層に形成する工程と、

(E) 第 2 の開口部の底部に位置するカソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、

(F) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、

に基づき形成することを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法。

【請求項 2 4】アノード電極及び蛍光体層が形成された基板と、冷陰極電界電子放出素子が形成された支持体とを、蛍光体層と冷陰極電界電子放出素子とが対向するように配置し、基板と支持体とを周縁部において接合する冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法であって、

冷陰極電界電子放出素子を、

(A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、

(B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、

(C) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程と、

(D) 炭素薄膜の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程、

に基づき形成することを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法。

【請求項 2 5】アノード電極及び蛍光体層が形成された基板と、冷陰極電界電子放出素子が形成された支持体とを、蛍光体層と冷陰極電界電子放出素子とが対向するように配置し、基板と支持体とを周縁部において接合する冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法であって、

冷陰極電界電子放出素子を、

(A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、

(B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択



成長領域形成工程と、

(C) 炭素薄膜選択成長領域の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程、

(D) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、  
に基づき形成することを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、炭素薄膜から電子を放出する電子放出装置、炭素薄膜から成る電子放出部を有する冷陰極電界電子放出素子及びその製造方法、並びに、かかる冷陰極電界電子放出素子を備えた冷陰極電界電子放出表示装置及びその製造方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

テレビジョン受像機や情報端末機器に用いられる表示装置の分野では、従来主流の陰極線管（CRT）から、薄型化、軽量化、大画面化、高精細化の要求に応え得る平面型（フラットパネル型）の表示装置への移行が検討されている。このような平面型の表示装置として、液晶表示装置（LCD）、エレクトロルミネセンス表示装置（ELD）、プラズマ表示装置（PDP）、冷陰極電界電子放出表示装置（FED：フィールドエミッションディスプレイ）を例示することができる。このなかでも、液晶表示装置は情報端末機器用の表示装置として広く普及しているが、据置き型のテレビジョン受像機に適用するには、高輝度化や大型化に未だ課題を残している。これに対して、冷陰極電界電子放出表示装置は、熱的励起によらず、量子トンネル効果に基づき固体から真空中に電子を放出することが可能な冷陰極電界電子放出素子（以下、電界放出素子と呼ぶ場合がある）を利用しており、高輝度及び低消費電力の点から注目を集めている。

## 【0003】

図12に、電界放出素子を利用した冷陰極電界電子放出表示装置（以下、表示装置と呼ぶ場合がある）の構成例を示す。図示した電界放出素子は、円錐形の電

子放出部を有する、所謂スピント (S p i n d t) 型素子と呼ばれるタイプの素子である。この電界放出素子は、支持体 4 0 上に形成されたカソード電極 4 1 と、支持体 4 0 及びカソード電極 4 1 上に形成された絶縁層 4 2 と、絶縁層 4 2 上に形成されたゲート電極 4 3 と、ゲート電極 4 3 及び絶縁層 4 2 に設けられた開口部 4 4 と、開口部 4 4 の底部に位置するカソード電極 4 1 上に形成された円錐形の電子放出部 4 5 から構成されている。一般に、カソード電極 4 1 とゲート電極 4 3 とは、これらの両電極の射影像が互いに直交する方向に各々ストライプ状に形成されており、これらの両電極の射影像が重複する部分に相当する領域 (1 画素分の領域に相当する。この領域を、以下、重複領域と呼ぶ) に、通常、複数の電界放出素子が配列されている。更に、かかる重複領域が、カソードパネル C P の有効領域 (実際の表示画面として機能する領域) 内に、通常、2 次元マトリクス状に配列されている。

#### 【0 0 0 4】

一方、アノードパネル A P は、基板 5 0 と、基板 5 0 上に形成されたアノード電極 5 1 と、アノード電極 5 1 上に所定のパターンに従って形成された蛍光体層 5 2 から構成されている。1 画素は、カソードパネル C P 側のカソード電極 4 1 とゲート電極 4 3 との重複領域に所定数配列された電界放出素子の一群と、これらの電界放出素子の一群に対面したアノードパネル A P 側の蛍光体層 5 2 とによって構成されている。有効領域には、かかる画素が、例えば数十万～数百万個ものオーダーにて配列されている。

#### 【0 0 0 5】

アノードパネル A P とカソードパネル C P とを、電界放出素子と蛍光体層 5 2 とが対向するように配置し、周縁部において枠体 5 3 を介して接合することによって、表示装置を作製することができる。有効領域を包囲し、画素を選択するための周辺回路が形成された無効領域 (図示した例では、カソードパネル C P の無効領域) には、真空排気用の貫通孔 5 4 が設けられており、この貫通孔 5 4 には真空排気後に封じ切られたチップ管 5 5 が接続されている。即ち、アノードパネル A P とカソードパネル C P と枠体 5 3 とによって囲まれた空間は真空となっている。

## 【0 0 0 6】

カソード電極 4 1 には相対的な負電圧が走査回路 5 6 から印加され、ゲート電極 4 3 には相対的な正電圧が制御回路 5 7 から印加され、アノード電極 5 1 にはゲート電極 4 3 よりも更に高い正電圧が加速電源 5 8 から印加される。かかる表示装置において表示を行う場合、例えば、カソード電極 4 1 に走査回路 5 6 から走査信号を入力し、ゲート電極 4 3 に制御回路 5 7 からビデオ信号を入力する。カソード電極 4 1 とゲート電極 4 3 との間に電圧を印加した際に生ずる電界により、量子トンネル効果に基づき電子放出部 4 5 から電子が放出され、この電子がアノード電極 5 1 に引き付けられ、蛍光体層 5 2 に衝突する。その結果、蛍光体層 5 2 が励起されて発光し、所望の画像を得ることができる。つまり、この表示装置の動作は、基本的に、ゲート電極 4 3 に印加される電圧、及びカソード電極 4 1 を通じて電子放出部 4 5 に印加される電圧によって制御される。

## 【0 0 0 7】

かかる表示装置の構成において、低い駆動電圧で大きな放出電子電流を得るためには、電子放出部の先端部を鋭く尖らせることが有効であり、この観点から、上述のスピント型素子の電子放出部 4 5 は優れた性能を有していると云える。しかしながら、円錐形の電子放出部 4 5 の形成には高度な加工技術を要し、場合によっては数千万個以上にも及ぶ電子放出部 4 5 を有効領域の全域に亘って均一に形成することは、有効領域の面積が増大するにつれて困難となりつつある。

## 【0 0 0 8】

そこで、円錐形の電子放出部を使用せず、開口部の底面に露出した平面状の電子放出部を使用する、所謂平面型素子が提案されている。平面型素子における電子放出部は、カソード電極上に設けられており、平面状であっても高い放出電子電流を達成し得るように、カソード電極の構成材料よりも仕事関数が低い材料から構成されている。かかる材料として、近年、炭素系材料を使用することが提案されている。

## 【0 0 0 9】

例えば、第 5 9 回応用物理学会学術講演会講演予稿集 p. 4 8 0, 演題番号 1 5 p - P - 1 3 (1 9 9 8 年) には、D L C (ダイヤモンドライクカーボン) 薄

膜が提案されている。また、炭素系材料を薄膜状に形成した場合、この薄膜の加工（パターニング）方法が必要となる。かかるパターニング方法として、例えば同講演予稿集 p. 489, 演題番号 16 p-N-11 (1998 年) には、酸素ガスをエッチングガスとして用いたダイヤモンド薄膜の ECR プラズマ加工が提案されている。ダイヤモンド薄膜のプラズマ加工におけるエッチング用マスクとしては、一般に  $\text{SiO}_2$  系材料が用いられている。

## 【0010】

更には、第 60 回応用物理学会学術講演会講演予稿集 p. 631, 演題番号 2 p-H-6 (1999 年) [文献-1 と呼ぶ] には、石英基板上に電子ビーム蒸着法によって形成したチタン薄膜表面をダイヤモンドパウダーによりスクラッチ加工を施した後、チタン薄膜をパターニングして中央部に数  $\mu\text{m}$  のギャップを設け、次いで、ノンドーパダイヤモンド薄膜をチタン薄膜上に成膜する平面構造型電子エミッターが開示されている。あるいは又、第 60 回応用物理学会学術講演会講演予稿集 p. 632, 演題番号 2 p-H-11 (1999 年) [文献-2 と呼ぶ] には、金属クロスラインを付けた石英ガラス上にカーボンナノチューブを形成する技術が開示されている。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

レジスト層をエッチング用マスクとして使用し、酸素ガスを用いて DLC のような炭素薄膜のプラズマエッチングを行った場合、エッチング反応系における反応副生成物として  $(\text{CH})_x$  系あるいは  $(\text{CF})_x$  系等の炭素系ポリマーが堆積性物質として生成する。一般に、プラズマエッチングにおいて堆積性物質がエッチング反応系に生成した場合、この堆積性物質はイオン入射確率の低いレジスト層の側壁面、あるいは被エッチング物の加工端面に堆積して所謂側壁保護膜を形成し、被エッチング物の異方性加工によって得られる形状の達成に寄与する。しかしながら、酸素ガスをエッチング用ガスとして使用した場合には、炭素系ポリマーから成る側壁保護膜は、生成しても、直ちに酸素ガスによって除去されてしまう。また、酸素ガスをエッチング用ガスとして使用した場合には、レジスト層の消耗も激しい。これらの理由により、従来のダイヤモンド薄膜の酸素プラズマ加

工においては、ダイヤモンド薄膜のマスキの寸法に対する寸法変換差が大きく、異方性加工も困難である。

## 【 0 0 1 2 】

また、文献 - 1 や文献 - 2 に開示された技術においては、金属薄膜上に炭素薄膜を形成するが、金属薄膜のどの部位にも炭素薄膜が形成されてしまい、これらの技術を例えば冷陰極電界電子放出素子の製造に適用することは実用的であるとは云い難い。また、炭素薄膜を所望の形状にするための炭素薄膜のパターニングは、上述のとおり困難である。

## 【 0 0 1 3 】

従って、本発明の目的は、導電体層の所望の部位に確実に炭素薄膜が形成された電子放出装置、カソード電極の所望の部位に確実に炭素薄膜が形成された冷陰極電界電子放出素子及びその製造方法、並びに、かかる冷陰極電界電子放出素子を組み込んだ冷陰極電界電子放出表示装置及びその製造方法を提供することにある。

## 【 0 0 1 4 】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための本発明の電子放出装置は、（イ）炭素薄膜選択成長領域が表面に形成された導電体層、及び、（ロ）炭素薄膜選択成長領域上に形成された炭素薄膜から成る電子放出部から構成されていることを特徴とする。尚、炭素薄膜から電子を放出させるためには、炭素薄膜が適切な電界（例えば、 $10^6$ ボルト／cm程度の強度を有する電界）中に置かれた状態とすればよい。

## 【 0 0 1 5 】

上記の目的を達成するための本発明の冷陰極電界電子放出素子は、

（イ）支持体上に形成されたカソード電極、及び、

（ロ）カソード電極の上方に形成され、開口部を有するゲート電極、  
から成り、

（ハ）少なくとも、開口部の底部に位置するカソード電極の部分の表面に形成された炭素薄膜選択成長領域、及び、

（ニ）炭素薄膜選択成長領域上に形成された炭素薄膜から成る電子放出部、

を更に備えていることを特徴とする。尚、カソード電極及びゲート電極に電圧を印加することによって形成された電界（例えば、 $10^6$ ボルト/cm程度の強度を有する電界）に基づき、炭素薄膜から成る電子放出部から電子が放出される。

【0016】

上記の目的を達成するための本発明の冷陰極電界電子放出表示装置は、本発明の冷陰極電界電子放出素子を組み込んだ冷陰極電界電子放出表示装置である。即ち、本発明の冷陰極電界電子放出表示装置は、

複数の画素から構成され、

各画素は、冷陰極電界電子放出素子と、冷陰極電界電子放出素子に対向して基板上に設けられたアノード電極及び蛍光体層から構成され、

各冷陰極電界電子放出素子は、

(イ) 支持体上に形成されたカソード電極、

(ロ) カソード電極の上方に形成され、開口部を有するゲート電極、

(ハ) 少なくとも、開口部の底部に位置するカソード電極の部分の表面に形成された炭素薄膜選択成長領域、及び、

(ニ) 炭素薄膜選択成長領域上に形成された炭素薄膜から成る電子放出部、を備えていることを特徴とする。尚、カソード電極及びゲート電極に電圧を印加することによって形成された電界（例えば、 $10^6$ ボルト/cm程度の強度を有する電界）に基づき炭素薄膜から成る電子放出部から電子を放出させ、該電子を蛍光体層に衝突させることによって画像を得ることができる。

【0017】

本発明の電子放出装置、冷陰極電界電子放出素子あるいは冷陰極電界電子放出表示装置において、炭素薄膜選択成長領域は、表面に金属粒子が付着した導電体層あるいはカソード電極の部分、若しくは、表面に金属薄膜が形成された導電体層あるいはカソード電極の部分であることが好ましい。尚、炭素薄膜選択成長領域における炭素薄膜の選択成長を一層確実なものとするために、炭素薄膜選択成長領域の表面には、硫黄（S）、ホウ素（B）又はリン（P）が付着していることが望ましく、これらの物質は一種の触媒としての作用を果たすと考えられ、これによって、炭素薄膜の選択成長性を一層向上させることができる。

## 【 0 0 1 8 】

本発明の冷陰極電界電子放出素子あるいは冷陰極電界電子放出表示装置において、炭素薄膜選択成長領域は、開口部の底部に位置するカソード電極の部分の表面に形成されていればよく、開口部の底部に位置するカソード電極の部分から開口部の底部以外のカソード電極の部分の表面に延在するように形成されていてもよい。また、炭素薄膜選択成長領域は、開口部の底部に位置するカソード電極の部分の表面の全面に形成されていても、部分的に形成されていてもよい。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の冷陰極電界電子放出素子あるいは冷陰極電界電子放出表示装置においては、支持体及びカソード電極上には絶縁層が形成されており、ゲート電極に設けられた開口部（便宜上、第 1 の開口部と呼ぶ場合がある）に連通した第 2 の開口部が絶縁層に設けられており、第 2 の開口部の底部に炭素薄膜が位置する構成とすることができる。尚、第 1 の開口部と第 2 の開口部とは、一対一の対応関係としてもよいし（即ち、1 つの第 1 の開口部に対応して 1 つの第 2 の開口部を設けてもよいし）、多対一の対応関係としてもよい（即ち、多数の第 1 の開口部に対応して 1 つの第 2 の開口部を設けてもよい）。絶縁層は、冷陰極電界電子放出素子の構成にも依るが、カソード電極とゲート電極との間に設けられた帯状の一種のスペーサとしての機能を果たす構成もあり得る。

## 【 0 0 2 0 】

上記の目的を達成するための本発明の第 1 の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法は、

- (A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、
- (B) 支持体及びカソード電極上に絶縁層を形成する工程と、
- (C) 絶縁層上に開口部を有するゲート電極を形成する工程と、
- (D) ゲート電極に形成された開口部に連通する第 2 の開口部を絶縁層に形成する工程と、
- (E) 第 2 の開口部の底部に位置するカソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、
- (F) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、

から成ることを特徴とする。

【0021】

上記の目的を達成するための本発明の第1の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法は、本発明の第1の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法を冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法に適用した製造方法である。即ち、アノード電極及び蛍光体層が形成された基板と、冷陰極電界電子放出素子が形成された支持体とを、蛍光体層と冷陰極電界電子放出素子とが対向するように配置し、基板と支持体とを周縁部において接合する冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法であって、

冷陰極電界電子放出素子を、

- (A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、
  - (B) 支持体及びカソード電極上に絶縁層を形成する工程と、
  - (C) 絶縁層上に開口部を有するゲート電極を形成する工程と、
  - (D) ゲート電極に形成された開口部に連通する第2の開口部を絶縁層に形成する工程と、
  - (E) 第2の開口部の底部に位置するカソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、
  - (F) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、
- に基づき形成することを特徴とする。

【0022】

本発明の第1の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法あるいは冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法（以下、これらの製造方法を総称して、第1の態様に係る製造方法と呼ぶ場合がある）においては、炭素薄膜選択成長領域形成工程は、第2の開口部の底部の中央部にカソード電極の表面が露出したマスク層を形成した後（即ち、少なくとも第2の開口部の側壁にマスク層を形成した後）、露出したカソード電極の表面を含むマスク層上に、金属粒子を付着させ、若しくは、金属薄膜を形成する工程から成る構成とすることができる。

【0023】

かかるマスク層の形成は、例えば、レジスト材料層を全面に塗布した後、リソ



グラフィ技術に基づき、第2の開口部の底部の中央部に位置するレジスト材料層に開口部を形成する方法により行うことができる。第2の開口部の底部に位置するカソード電極の一部分、第2の開口部の側壁、第1の開口部の側壁及びゲート電極がマスク層で被覆された状態で、第2の開口部の底部の中央部に位置するカソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成するので、カソード電極とゲート電極とが、金属粒子や金属薄膜によって短絡することを確実に防止し得る。場合によっては、ゲート電極の上のみをマスク層で被覆してもよい。あるいは又、第1の開口部の近傍のゲート電極の上のみをマスク層で被覆してもよいし、第1の開口部の近傍のゲート電極上及び第1の開口部と第2の開口部の側壁をマスク層で被覆してもよく、これらの場合、ゲート電極を構成する導電材料によっては、ゲート電極上に炭素薄膜が形成されるが、かかる炭素薄膜は高強度の電界中に置かれるわけではないので、かかる炭素薄膜から電子が放出されることはない。尚、炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する前にマスク層を除去することが好ましい。

## 【0024】

本発明の第1の態様に係る製造方法において、絶縁層上に開口部を有するゲート電極を形成する方法として、絶縁層上にゲート電極を構成するための導電材料層を形成した後、導電材料層上にパターニングされた第1のマスク材料層を形成し、かかる第1のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて導電材料層をエッチングすることによって導電材料層をパターニングした後、第1のマスク材料層を除去し、次いで、導電材料層及び絶縁層上にパターニングされた第2のマスク材料層を形成し、かかる第2のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて導電材料層をエッチングして開口部を形成する方法、あるいは又、例えば、印刷法によって開口部を有するゲート電極を直接形成する方法を例示することができる。これらの場合、ゲート電極に形成された開口部に連通する第2の開口部を絶縁層に形成する方法は、かかる第2のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて絶縁層をエッチングする方法としてもよいし、ゲート電極に形成された開口部をエッチング用マスクとして用いて絶縁層をエッチングする方法としてもよい。尚、第1の開口部と第2の開口部とは、一対一の対応関係としてもよい。

し（即ち、1つの第1の開口部に対応して1つの第2の開口部を形成してもよいし）、多対一の対応関係としてもよい（即ち、多数の第1の開口部に対応して1つの第2の開口部を形成してもよい）。

【0025】

上記の目的を達成するための本発明の第2の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法は、

- (A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、
  - (B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、
  - (C) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、
  - (D) 炭素薄膜の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程、
- から成ることを特徴とする。

【0026】

上記の目的を達成するための本発明の第2の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法は、本発明の第2の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法を冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法に適用した製造方法である。即ち、アノード電極及び蛍光体層が形成された基板と、冷陰極電界電子放出素子が形成された支持体とを、蛍光体層と冷陰極電界電子放出素子とが対向するように配置し、基板と支持体とを周縁部において接合する冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法であって、

冷陰極電界電子放出素子を、

- (A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、
  - (B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、
  - (C) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程と、
  - (D) 炭素薄膜の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程、
- に基づき形成することを特徴とする。

【0027】

上記の目的を達成するための本発明の第3の態様に係る冷陰極電界電子放出素

子の製造方法は、

(A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、

(B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、

(C) 炭素薄膜選択成長領域の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程と、

(D) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、  
から成ることを特徴とする。

【0028】

上記の目的を達成するための本発明の第3の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法は、本発明の第3の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法を冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法に適用した製造方法である。即ち、アノード電極及び蛍光体層が形成された基板と、冷陰極電界電子放出素子が形成された支持体とを、蛍光体層と冷陰極電界電子放出素子とが対向するように配置し、基板と支持体とを周縁部において接合する冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法であって、

冷陰極電界電子放出素子を、

(A) 支持体上にカソード電極を形成する工程と、

(B) カソード電極の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する、炭素薄膜選択成長領域形成工程と、

(C) 炭素薄膜選択成長領域の上方に、開口部を有するゲート電極を設ける工程、

(D) 炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する工程、  
に基づき形成することを特徴とする。

【0029】

本発明の第2の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法あるいは冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法（以下、これらの製造方法を総称して、第2の態様に係る製造方法と呼ぶ場合がある）においては、前記工程（C）に引き続き、全面に絶縁層を形成し、前記工程（D）に引き続き、ゲート電極に設けられた

開口部に連通する第 2 の開口部を絶縁層に形成し、第 2 の開口部の底部に炭素薄膜を露出させる構成とすることができる。また、本発明の第 3 の態様に係る冷陰極電界電子放出素子の製造方法あるいは冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法（以下、これらの製造方法を総称して、第 3 の態様に係る製造方法と呼ぶ場合がある）においては、前記工程（B）に引き続き、全面に絶縁層を形成し、前記工程（C）に引き続き、ゲート電極に設けられた開口部に連通する第 2 の開口部を絶縁層に形成し、第 2 の開口部の底部に炭素薄膜選択成長領域を露出させる構成とすることができる。これらの場合、絶縁層上に開口部を有するゲート電極を形成する方法として、絶縁層上にゲート電極を構成するための導電材料層を形成した後、導電材料層上にパターニングされた第 1 のマスク材料層を形成し、かかる第 1 のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて導電材料層をエッチングすることによって導電材料層をパターニングした後、第 1 のマスク材料層を除去し、次いで、導電材料層及び絶縁層上にパターニングされた第 2 のマスク材料層を形成し、かかる第 2 のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて導電材料層をエッチングして開口部を形成する方法、あるいは又、例えば、印刷法によって開口部を有するゲート電極を直接形成する方法を挙げることができる。また、これらの場合、ゲート電極に形成された開口部に連通する第 2 の開口部を絶縁層に形成する方法は、かかる第 2 のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて絶縁層をエッチングする方法としてもよいし、ゲート電極に形成された開口部をエッチング用マスクとして用いて絶縁層をエッチングする方法としてもよい。尚、第 1 の開口部と第 2 の開口部とは、一対一の対応関係としてもよいし（即ち、1 つの第 1 の開口部に対応して 1 つの第 2 の開口部を形成してもよい）、多対一の対応関係としてもよい（即ち、多数の第 1 の開口部に対応して 1 つの第 2 の開口部を形成してもよい）。

## 【0030】

あるいは又、本発明の第 2 の態様に係る製造方法、あるいは、本発明の第 3 の態様に係る製造方法にあつては、炭素薄膜の上方に開口部を有するゲート電極を設ける工程あるいは炭素薄膜選択成長領域の上方に開口部を有するゲート電極を設ける工程は、支持体上に絶縁材料から成る帯状のスペーサを形成し、ゲート電

極を複数の開口部が形成された帯状の金属層から構成し、かかるスペーサの頂面に接するように、炭素薄膜の上方あるいは炭素薄膜選択成長領域の上方に金属層を張架してもよい。

【 0 0 3 1 】

本発明の第 1 の態様、第 2 の態様若しくは第 3 の態様に係る製造方法にあっては（以下、これらを総称して、本発明の方法と呼ぶ場合がある）、炭素薄膜選択成長領域形成工程は、炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面（以下、単にカソード電極の表面と呼ぶ場合がある）に、金属粒子を付着させ、若しくは、金属薄膜を形成する工程から成り、以て、表面に金属粒子が付着し、若しくは、表面に金属薄膜が形成されたカソード電極の部分から成る炭素薄膜選択成長領域を得ることが好ましい。また、この場合、炭素薄膜選択成長領域における炭素薄膜の選択成長を一層確実なものとするために、炭素薄膜選択成長領域の表面に、硫黄（S）、ホウ素（B）又はリン（P）を付着させることが望ましく、これによって、炭素薄膜の選択成長性を一層向上させることができる。炭素薄膜選択成長領域の表面に硫黄、ホウ素又はリンを付着させる方法としては、例えば、硫黄、ホウ素又はリンを含む化合物から成る化合物層を炭素薄膜選択成長領域の表面に形成し、次いで、例えば加熱処理を化合物層に施すことによって化合物層を構成する化合物を分解させ、炭素薄膜選択成長領域の表面に硫黄、ホウ素又はリンを残す方法を挙げることができる。硫黄を含む化合物としてチオナフテン、チオフテン、チオフエンを例示することができる。ホウ素を含む化合物として、トリフェニルボランを例示することができる。リンを含む化合物として、トリフェニルフォスフィンを例示することができる。あるいは又、炭素薄膜選択成長領域における炭素薄膜の選択成長を一層確実なものとするために、カソード電極の表面に、金属粒子を付着させ、若しくは、金属薄膜を形成した後、金属粒子の表面若しくは金属薄膜の表面の金属酸化物（所謂、自然酸化膜）を除去することが望ましい。金属粒子の表面若しくは金属薄膜の表面の金属酸化物の除去を、例えば、水素ガス雰囲気におけるマイクロ波プラズマ法、トランス結合型プラズマ法、誘導結合型プラズマ法、電子サイクロトロン共鳴プラズマ法、RF プラズマ法等に基づくプラズマ還元処理、アルゴンガス雰囲気におけるスパッタ

処理、若しくは、例えばフッ酸等の酸や塩基を用いた洗浄処理によって行うことが望ましい。本発明の第 3 の態様に係る製造方法にあつては、炭素薄膜選択成長領域の表面に硫黄、ホウ素又はリンを付着させる工程、あるいは又、金属粒子の表面若しくは金属薄膜の表面の金属酸化物を除去する工程は、開口部を有するゲート電極を設けた後、炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜を形成する前に実行することが好ましい。尚、本発明の電子放出装置を作製する場合にも、炭素薄膜選択成長領域を形成すべき導電体層の部分の表面に、以上に説明した各種工程を適用することができる。

## 【 0 0 3 2 】

炭素薄膜選択成長領域を得るために導電体層の表面やカソード電極の表面に金属粒子を付着させる方法として、例えば、炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の領域以外の領域を適切な材料（例えば、マスク層）で被覆した状態で、溶媒と金属粒子から成る層を炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に形成した後、溶媒を除去し、金属粒子を残す方法を挙げることができる。あるいは又、カソード電極の表面に金属粒子を付着させる工程として、例えば、炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の領域以外の領域を適切な材料（例えば、マスク層）で被覆した状態で、金属粒子を構成する金属原子を含む金属化合物粒子をカソード電極の表面に付着させた後、金属化合物粒子を加熱することによって分解し、以て、表面に金属粒子が付着したカソード電極の部分から成る炭素薄膜選択成長領域を得る方法を挙げることができる。この場合、具体的には、溶媒と金属化合物粒子から成る層を炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に形成した後、溶媒を除去し、金属化合物粒子を残す方法を例示することができる。金属化合物粒子は、金属粒子を構成する金属のハロゲン化物（例えば、ヨウ化物、塩化物、臭化物等）、酸化物、水酸化物及び有機金属から成る群から選択された少なくとも 1 種類の材料から成ることが好ましい。尚、これらの方法においては、適切な段階で、炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の領域以外の領域を被覆した材料（例えば、マスク層）を除去する。尚、本発明の電子放出装置を作製する場合にも、炭素薄膜選択成長領域を形成すべき導電体層の部分の表面に、以上に説明した各種工程を適用

することができる。

【 0 0 3 3 】

炭素薄膜選択成長領域を得るために導電体層の表面やカソード電極の表面に金属薄膜を形成する方法として、例えば、炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の領域以外の領域を適切な材料で被覆した状態での、電解メッキ法、無電解メッキ法、MOCVD法を含む化学的気相成長法（CVD法、Chemical Vapor Deposition 法）、物理的気相成長法（PVD法、Physical Vapor Deposition 法）等の公知の方法を挙げることができる。尚、物理的気相成長法として、（a）電子ビーム加熱法、抵抗加熱法、フラッシュ蒸着等の各種真空蒸着法、（b）プラズマ蒸着法、（c）2極スパッタ法、直流スパッタ法、直流マグネトロンスパッタ法、高周波スパッタ法、マグネトロンスパッタ法、イオンビームスパッタ法、バイアスパッタ法等の各種スパッタ法、（d）DC(direct current)法、RF法、多陰極法、活性化反応法、電界蒸着法、高周波イオンプレーティング法、反応性イオンプレーティング法等の各種イオンプレーティング法を挙げることができる。

【 0 0 3 4 】

本発明の電子放出装置、冷陰極電界電子放出素子、冷陰極電界電子放出表示装置、あるいは又、第1態様～第3の態様に係る製造方法（以下、これらを総称して、単に、本発明と呼ぶ場合がある）においては、金属粒子あるいは金属薄膜は、モリブデン（Mo）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、クロム（Cr）、コバルト（Co）、タングステン（W）、ジルコニウム（Zr）、タンタル（Ta）、鉄（Fe）、銅（Cu）、白金（Pt）及び亜鉛（Zn）から成る群から選択された少なくとも1種類の金属から構成されていることが好ましい。

【 0 0 3 5 】

本発明において、炭素薄膜として、グラファイト薄膜、アモルファスカーボン薄膜、ダイヤモンドライクカーボン薄膜、あるいはフラーレン薄膜を挙げることができる。炭素薄膜の形成方法として、マイクロ波プラズマ法、トランス結合型プラズマ法、誘導結合型プラズマ法、電子サイクロトロン共鳴プラズマ法、RFプラズマ法等に基づくCVD法を例示することができる。炭素薄膜の形態には、

薄膜状はもとより、炭素のウィスカー、炭素のナノチューブ（中空及び中実を含む）が包含される。

## 【 0 0 3 6 】

本発明の冷陰極電界電子放出素子、冷陰極電界電子放出表示装置、本発明の第 1 の態様～第 3 の態様に係る製造方法（以下、これらを総称して、本発明の冷陰極電界電子放出素子等若しくはその製造方法と呼ぶ場合がある）においては、通常、カソード電極の外形形状をストライプ状とし、ゲート電極の外形形状もストライプ状とする。ストライプ状のカソード電極とストライプ状のゲート電極の延びる方向は異なっている。ストライプ状のカソード電極の射影像とストライプ状のゲート電極の射影像は、互いに直交することが好ましい。尚、これらの両電極の射影像が重複する部分に相当する領域（1 画素分の領域に相当し、カソード電極とゲート電極との重複領域である）に、1 又は複数の炭素薄膜選択成長領域が位置する。更に、かかる重複領域が、カソードパネルの有効領域（実際の表示画面として機能する領域）内に、通常、2 次元マトリクス状に配列されている。

## 【 0 0 3 7 】

本発明の冷陰極電界電子放出素子等若しくはその製造方法において、第 1 の開口部や第 2 の開口部の平面形状（カソード電極と平行な仮想平面でこれらの開口部を切断したときの形状）は、円形、楕円形、矩形、多角形、丸みを帯びた矩形、丸みを帯びた多角形等、任意の形状とすることができる。

## 【 0 0 3 8 】

本発明の冷陰極電界電子放出素子等若しくはその製造方法におけるカソード電極の構造としては、導電材料層の 1 層構成とすることもできるし、下層導電材料層、下層導電材料層上に形成された抵抗体層、抵抗体層上に形成された上層導電材料層の 3 層構成とすることもできる。後者の場合、上層導電材料層の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成する。このように、抵抗体層を設けることによって、電子放出部の電子放出特性の均一化を図ることができる。

## 【 0 0 3 9 】

本発明の冷陰極電界電子放出素子等若しくはその製造方法において、ゲート電極及び絶縁層上には更に第 2 絶縁層が設けられ、第 2 絶縁層上に収束電極が設け



られていてもよい。収束電極とは、開口部から放出されアノード電極へ向かう放出電子の軌道を収束させ、以て、輝度の向上や隣接画素間の光学的クロストークの防止を可能とするための電極である。アノード電極とカソード電極との間の電位差が数キロボルトのオーダーであって、アノード電極とカソード電極との間の距離が比較的長い、所謂高電圧タイプの表示装置において、収束電極は特に有効である。収束電極には、収束電源から相対的な負電圧が印加される。収束電極は、必ずしも各冷陰極電界電子放出素子毎に設けられている必要はなく、例えば、冷陰極電界電子放出素子の所定の配列方向に沿って延在させることにより、複数の冷陰極電界電子放出素子に共通の収束効果を及ぼすこともできる。

## 【0040】

本発明の第1の態様～第3の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置の製造方法において、基板と支持体とを周縁部において接合する場合、接合は接着層を用いて行ってもよいし、あるいはガラスやセラミック等の絶縁剛性材料から成る枠体と接着層とを併用して行ってもよい。枠体と接着層とを併用する場合には、枠体の高さを適宜選択することにより、接着層のみを使用する場合に比べ、基板と支持体との間の対向距離をより長く設定することが可能である。尚、接着層の構成材料としては、フリットガラスが一般的であるが、融点が $120\sim 400^{\circ}\text{C}$ 程度の所謂低融点金属材料を用いてもよい。かかる低融点金属材料としては、In（インジウム：融点 $157^{\circ}\text{C}$ ）；インジウム－金系の低融点合金； $\text{Sn}_{80}\text{Ag}_{20}$ （融点 $220\sim 370^{\circ}\text{C}$ ）、 $\text{Sn}_{95}\text{Cu}_5$ （融点 $227\sim 370^{\circ}\text{C}$ ）等の錫（Sn）系高温はんだ； $\text{Pb}_{97.5}\text{Ag}_{2.5}$ （融点 $304^{\circ}\text{C}$ ）、 $\text{Pb}_{94.5}\text{Ag}_{5.5}$ （融点 $304\sim 365^{\circ}\text{C}$ ）、 $\text{Pb}_{97.5}\text{Ag}_{1.5}\text{Sn}_{1.0}$ （融点 $309^{\circ}\text{C}$ ）等の鉛（Pb）系高温はんだ； $\text{Zn}_{95}\text{Al}_5$ （融点 $380^{\circ}\text{C}$ ）等の亜鉛（Zn）系高温はんだ； $\text{Sn}_5\text{Pb}_{95}$ （融点 $300\sim 314^{\circ}\text{C}$ ）、 $\text{Sn}_2\text{Pb}_{98}$ （融点 $316\sim 322^{\circ}\text{C}$ ）等の錫－鉛系標準はんだ； $\text{Au}_{88}\text{Ga}_{12}$ （融点 $381^{\circ}\text{C}$ ）等のろう材（以上の添字は全て原子%を表す）を例示することができる。

## 【0041】

基板と支持体と枠体の三者を接合する場合、三者同時接合を行ってもよいし、あるいは、第1段階で基板又は支持体のいずれか一方と枠体とを先に接合し、第

2 段階で基板又は支持体の他方と枠体とを接合してもよい。三者同時接合や第 2 段階における接合を高真空雰囲気中で行えば、基板と支持体と枠体と接着層とにより囲まれた空間は、接合と同時に真空となる。あるいは、三者の接合終了後、基板と支持体と枠体と接着層とによって囲まれた空間を排気し、真空とすることもできる。接合後に排気を行う場合、接合時の雰囲気の圧力は常圧／減圧のいずれであってもよく、また、雰囲気を構成する気体は、大気であっても、あるいは窒素ガスや周期律表 0 族に属するガス（例えば A r ガス）を含む不活性ガスであってもよい。

## 【 0 0 4 2 】

接合後に排気を行う場合、排気は、基板及び／又は支持体に予め接続されたチップ管を通じて行うことができる。チップ管は、典型的にはガラス管を用いて構成され、基板及び／又は支持体の無効領域（即ち、表示画面として機能する有効領域以外の領域）に設けられた貫通孔の周囲に、フリットガラス又は上述の低融点金属材料を用いて接合され、空間が所定の真空度に達した後、熱融着によって封じ切られる。尚、封じ切りを行う前に、表示装置全体を一旦加熱してから降温させると、空間に残留ガスを放出させることができ、この残留ガスを排気により空間外へ除去することができるので好適である。

## 【 0 0 4 3 】

本発明の冷陰極電界電子放出素子等若しくはその製造方法において、支持体は、少なくとも表面が絶縁性部材より構成されていればよく、ガラス基板、表面に絶縁膜が形成されたガラス基板、石英基板、表面に絶縁膜が形成された石英基板、表面に絶縁膜が形成された半導体基板を挙げることができる。基板も、支持体と同様に構成することができる。本発明の電子放出装置においても、導電体層を支持体上に形成する必要があるが、かかる支持体は絶縁材料から構成すればよい。

## 【 0 0 4 4 】

導電体層、カソード電極、ゲート電極若しくは収束電極を構成する材料としては、タングステン（W）、ニオブ（N b）、タンタル（T a）、モリブデン（M o）、クロム（C r）、アルミニウム（A l）、銅（C u）等の金属、これらの

金属元素を含む合金あるいは化合物（例えばTiN等の窒化物や、 $WSi_2$ 、 $MoSi_2$ 、 $TiSi_2$ 、 $TaSi_2$ 等のシリサイド）、あるいはシリコン（Si）等の半導体、ITO（インジウム錫酸化物）を例示することができる。尚、これらの電極を構成する材料を、互いに同種材料としてもよいし、異種の材料としてもよい。これらの電極の形成方法として、蒸着法、スパッタリング法、CVD法、イオンプレーティング法、印刷法、メッキ法等、通常の薄膜作製プロセスを利用できる。

## 【0045】

絶縁層や第2絶縁層の構成材料としては、 $SiO_2$ 、 $SiN$ 、 $SiON$ 、ガラスペースト硬化物を単独あるいは適宜組み合わせ使用することができる。絶縁層の形成には、CVD法、塗布法、スパッタリング法、印刷法等の公知のプロセスが利用できる。

## 【0046】

アノード電極の構成材料は、冷陰極電界電子放出表示装置の構成によって選択すればよい。即ち、冷陰極電界電子放出表示装置が透過型（アノードパネルが表示面に相当する）であって、且つ、基板上にアノード電極と蛍光体層がこの順に積層されている場合には、アノード電極が形成される基板は元より、アノード電極自身も透明である必要があり、ITO（インジウム錫酸化物）等の透明導電材料を用いる。一方、冷陰極電界電子放出表示装置が反射型（カソードパネルが表示面に相当する）である場合、及び、透過型であっても基板上に蛍光体層とアノード電極とがこの順に積層されている（アノード電極はメタルバック膜を兼ねている）場合には、ITOの他、カソード電極やゲート電極や収束電極に関連して上述した材料を適宜選択して用いることができる。

## 【0047】

蛍光体層を構成する蛍光体として、高速電子励起用蛍光体や低速電子励起用蛍光体を用いることができる。冷陰極電界電子放出表示装置が単色表示装置である場合、蛍光体層は特にパターンニングされていなくともよい。また、冷陰極電界電子放出表示装置がカラー表示装置である場合、ストライプ状又はドット状にパターンニングされた赤（R）、緑（G）、青（B）の三原色に対応する蛍光体層を交

互に配置することが好ましい。尚、パターニングされた蛍光体層間の隙間は、表示画面のコントラスト向上を目的としたブラックマトリクスで埋め込まれていてもよい。

## 【 0 0 4 8 】

アノード電極と蛍光体層の構成例として、(1) 基板上に、アノード電極を形成し、アノード電極の上に蛍光体層を形成する構成、(2) 基板上に、蛍光体層を形成し、蛍光体層上にアノード電極を形成する構成、を挙げることができる。尚、(1) の構成において、蛍光体層の上に、所謂メタルバック膜を形成してもよい。また、(2) の構成において、アノード電極の上にメタルバック膜を形成してもよい。

## 【 0 0 4 9 】

本発明においては、炭素薄膜選択成長領域上に炭素薄膜から成る電子放出部が形成されているので、炭素薄膜選択成長領域の表面での一種の触媒反応が期待でき、炭素薄膜の初期成長段階における核生成が円滑に進行し、この核生成が以降の炭素薄膜の成長を促進し、導電体層やカソード電極の所望の部位に炭素薄膜から成る電子放出部を設けることができる。しかも、炭素薄膜を所望の形状にするための炭素薄膜のパターニングを行う必要が無い。しかも、電子放出部が炭素薄膜から構成されているので、電子放出効率の高い冷陰極電界電子放出素子を得ることができ、また、低消費電力、高画質の冷陰極電界電子放出表示装置を得ることができる。

## 【 0 0 5 0 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して、発明の実施の形態（以下、実施の形態と略称する）に基づき本発明を説明する。

## 【 0 0 5 1 】

## （実施の形態 1）

実施の形態 1 は、本発明の電子放出装置、冷陰極電界電子放出素子、冷陰極電界電子放出表示装置、第 1 の態様に係る製造方法に関する。

## 【 0 0 5 2 】

実施の形態 1 の冷陰極電界電子放出素子（以下、電界放出素子と略称する）の模式的な一部端面図を図 3 の（B）に示し、冷陰極電界電子放出表示装置（以下、表示装置と略称する）の模式的な一部断面図を図 4 に示す。この電界放出素子は、支持体 1 0 上に形成されたカソード電極 1 1、及び、カソード電極 1 1 の上方に形成され、第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 から成る。そして、開口部 1 4、1 5 の底部に位置するカソード電極 1 1 の部分の表面に形成された炭素薄膜選択成長領域 2 0、及び、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に形成された炭素薄膜 2 3 から成る電子放出部を更に備えている。実施の形態 1 においては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 は、表面にニッケル（Ni）から成る金属粒子 2 1 が付着したカソード電極 1 1 の部分である。

## 【0053】

実施の形態 1 の電界放出素子においては、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上には絶縁層 1 2 が形成されており、ゲート電極 1 3 に設けられた第 1 の開口部 1 4 に連通した第 2 の開口部 1 5 が絶縁層 1 2 に設けられており、第 2 の開口部 1 5 の底部に炭素薄膜 2 3 が位置する。

## 【0054】

実施の形態 1 の表示装置の構成例を図 4 に示す。表示装置は、上述のような電界放出素子が有効領域に多数形成されたカソードパネル CP と、アノードパネル AP から構成されており、複数の画素から構成され、各画素は、電界放出素子と、電界放出素子に対向して基板（アノードパネル AP）上に設けられたアノード電極 3 1 及び蛍光体層 3 2 から構成されている。カソードパネル CP とアノードパネル AP とは、それらの周縁部において、枠体 3 3 を介して接合されている。図 4 に示す端面には、カソードパネル CP 上において、1 本のカソード電極 1 1 につき開口部 1 4、1 5 及び電子放出部である炭素薄膜 2 3 を、図面の簡素化のために 2 つずつ示しているが、これに限定するものではなく、また、電界放出素子の基本的な構成は図 3 の（B）に示したとおりである。更には、カソードパネル CP の無効領域には、真空排気用の貫通孔 3 4 が設けられており、この貫通孔 3 4 には、真空排気後に封じ切られるチップ管 3 5 が接続されている。但し、図 4 は表示装置の完成状態を示しており、図示したチップ管 3 5 は既に封じ切られ

ている。

#### 【 0 0 5 5 】

アノードパネル A P は、基板 3 0 と、基板 3 0 上に形成され、例えば I T O から成るアノード電極 3 1 と、アノード電極 3 1 上に所定のパターンに従って形成された蛍光体層 3 2 から構成されている。1 画素は、カソードパネル C P 側においてゲート電極 1 3 とカソード電極 1 1 との重複領域の各々において配列された 1 又は複数の電界放出素子と、電界放出素子に対面するようにアノードパネル A P の有効領域に配列された蛍光体層 3 2 とによって構成される。有効領域には、かかる画素が、例えば数十万～数百万個ものオーダーにて配列されることになる。枠体 3 3 は、セラミックス又はガラスから成り、高さは、例えば約 1 m m である。

#### 【 0 0 5 6 】

この表示装置において、カソード電極 1 1 には相対的な負電圧が走査回路 3 6 から印加され、ゲート電極 1 3 には相対的な正電圧が制御回路 3 7 から印加され、アノード電極 3 1 にはゲート電極 1 3 よりも更に高い正電圧が加速電源 3 8 から印加される。かかる表示装置において表示を行う場合、カソード電極 1 1 に走査回路 3 6 から走査信号を入力し、ゲート電極 1 3 に制御回路 3 7 からビデオ信号を入力する。カソード電極 1 1 とゲート電極 1 3 との間に電圧を印加した際に生ずる電界により、電子放出部である炭素薄膜 2 3 から電子が量子トンネル効果に基づき放出され、この電子が、アノード電極 3 1 に引き付けられ、蛍光体層 3 2 に衝突する。その結果、蛍光体層 3 2 が励起されて発光し、所望の画像を得ることができる。つまり、表示装置の動作は、基本的にゲート電極 1 3 に印加される電圧、及びカソード電極 1 1 を通じて電子放出部である炭素薄膜 2 3 に印加される電圧によって制御される。

#### 【 0 0 5 7 】

以下、実施の形態 1 の電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法を、図 1 ～図 4 を参照して説明する。

#### 【 0 0 5 8 】

#### 〔 工 程 - 1 0 0 〕

先ず、例えばガラス基板から成る支持体 1 0 上にカソード電極形成用の導電材料層を形成し、次いで、周知のリソグラフィ技術及び反応性イオンエッチング法（R I E 法）に基づき導電材料層をパターニングすることによって、ストライプ状のカソード電極 1 1 を支持体 1 0 上に形成する（図 1 の（A）参照）。ストライプ状のカソード電極 1 1 は、図面の紙面左右方向に延びている。導電材料層は、例えばスパッタリング法により形成された厚さ約 0. 2  $\mu$  m のクロム（C r）層から成る。スパッタリング法によるクロム層の製膜条件を以下の表 1 に例示し、クロム層のエッチング条件を以下の表 2 に例示する。

## 【 0 0 5 9 】

## 〔表 1〕

## 〔クロム層の製膜条件〕

ターゲット     : C r  
 A r 流量       : 1 0 0 S C C M  
 圧力           : 5 P a  
 D C パワー     : 2 k W  
 スパッタ温度 : 2 0 0 ° C

## 【 0 0 6 0 】

## 〔表 2〕

## 〔クロム層のエッチング条件〕

エッチング装置 : 平行平板型 R I E 装置  
 C l <sub>2</sub> 流量       : 1 0 0 S C C M  
 圧力           : 0. 7 P a  
 R F パワー      : 0. 8 k W ( 1 3. 5 6 M H z )  
 エッチング温度 : 6 0 ° C

## 【 0 0 6 1 】

## 〔工程 - 1 1 0〕

次に、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に絶縁層 1 2 を形成する。具体的には、例えば T E O S （テトラエトキシシラン）を原料ガスとして使用する C V D 法により、全面に、厚さ約 1  $\mu$  m の絶縁層 1 2 を形成する。絶縁層 1 2 の製膜条

件の一例を、下記の表 3 に示す。

【0 0 6 2】

[表 3]

[絶縁層の製膜条件]

TEOS 流量 : 8 0 0 S C C M

O<sub>2</sub> 流量 : 6 0 0 S C C M

圧力 : 1 . 1 k P a

R F パワー : 0 . 7 k W ( 1 3 . 5 6 M H z )

製膜温度 : 4 0 ° C

【0 0 6 3】

[工程 - 1 2 0]

その後、絶縁層 1 2 上に第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を形成する。具体的には、絶縁層 1 2 上にゲート電極を構成するためのクロム (C r) から成る導電材料層を表 1 に示した条件のスパッタ法にて形成した後、導電材料層上にパターンニングされた第 1 のマスク材料層 (図示せず) を形成し、かかる第 1 のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて導電材料層を表 2 に例示した条件にてエッチングして、導電材料層をストライプ状にパターンニングした後、第 1 のマスク材料層を除去する。次いで、導電材料層及び絶縁層 1 2 上にパターンニングされた第 2 のマスク材料層 (図示せず) を形成し、かかる第 2 のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて導電材料層を表 2 に例示した条件にてエッチングする。これによって、絶縁層 1 2 上に第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を得ることができる。ストライプ状のゲート電極 1 3 は、カソード電極 1 1 と異なる方向 (例えば、図面の紙面垂直方向) に延びている。

【0 0 6 4】

[工程 - 1 3 0]

次いで、引き続き、ゲート電極 1 3 に形成された第 1 の開口部 1 4 に連通する第 2 の開口部 1 5 を絶縁層 1 2 に形成する。具体的には、第 2 のマスク材料層をエッチング用マスクとして用いて絶縁層 1 2 を R I E 法にてエッチングした後、第 2 のマスク材料層を除去する。こうして、図 1 の (B) に示す構造を得ること



ができる。絶縁層 1 2 のエッチング条件を以下の表 4 に例示する。実施の形態 1 においては、第 1 の開口部 1 4 と第 2 の開口部 1 5 とは、一対一の対応関係にある。即ち、1 つの第 1 の開口部 1 4 に対応して、1 つの第 2 の開口部 1 5 が形成される。尚、第 1 及び第 2 の開口部 1 4, 1 5 の平面形状は、例えば直径  $1 \mu\text{m}$  ~  $30 \mu\text{m}$  の円形である。これらの開口部 1 4, 1 5 を、例えば、1 画素領域に 1 個 ~ 3 0 0 0 個程度形成すればよい。

【0 0 6 5】

[表 4]

[絶縁層のエッチング条件]

エッチング装置：平行平板型 R I E 装置

$\text{C}_4\text{F}_8$  流量 : 3 0 S C C M

CO 流量 : 7 0 S C C M

A r 流量 : 3 0 0 S C C M

圧力 : 7 . 3 P a

R F パワー : 1 . 3 k W ( 1 3 . 5 6 M H z )

エッチング温度：室温

【0 0 6 6】

[工程 - 1 4 0]

その後、第 2 の開口部 1 5 の底部に位置するカソード電極 1 1 の表面に炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成する。そのために、先ず、第 2 の開口部 1 5 の底部の中央部にカソード電極 1 1 の表面が露出したマスク層 1 6 を形成する（図 1 の（C）参照）。具体的には、レジスト材料層をスピコート法にて開口部 1 4, 1 5 内を含む全面に製膜した後、リソグラフィ技術に基づき、第 2 の開口部 1 5 の底部の中央部に位置するレジスト材料層に開口部を形成することによって、マスク層 1 6 を得ることができる。実施の形態 1 においては、マスク層 1 6 は、第 2 の開口部 1 5 の底部に位置するカソード電極 1 1 の一部分、第 2 の開口部 1 5 の側壁、第 1 の開口部 1 4 の側壁、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 を被覆している。これによって、次の工程で、第 2 の開口部 1 5 の底部の中央部に位置するカソード電極 1 1 の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成するが、カソード電極 1 1 と

ゲート電極 1 3 とが金属粒子によって短絡することを確実に防止し得る。

【0 0 6 7】

次に、露出したカソード電極 1 1 の表面を含むマスク層 1 6 上に、金属粒子を付着させる。具体的には、ニッケル (Ni) 微粒子をポリシロキサン溶液中に分散させた溶液 (溶媒としてイソプロピルアルコールを使用) をスピンコート法にて全面に塗布し、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に溶媒と金属粒子から成る層を形成する。その後、マスク層 1 6 を除去し、4 0 0 ° C 程度に加熱することによって溶媒を除去し、露出したカソード電極 1 1 の表面に金属粒子 2 1 を残すことで、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を得ることができる (図 2 の (A) 参照)。尚、ポリシロキサンは、露出したカソード電極 1 1 の表面に金属粒子 2 1 を固定させる機能 (所謂、接着機能) を有する。

【0 0 6 8】

[工程 - 1 5 0]

その後、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に、厚さ約 0. 2  $\mu$  m の炭素薄膜 2 3 を形成し、電子放出部を得る。この状態を図 2 の (B) 及び図 3 の (A) に示すが、図 2 の (B) はゲート電極 1 3 の延びる方向から電界放出素子を眺めた模式的な一部端面図であり、図 3 の (A) はカソード電極 1 1 の延びる方向から電界放出素子を眺めた模式的な一部端面図である。マイクロ波プラズマ CVD 法に基づく炭素薄膜 2 3 の製膜条件を、以下の表 5 に例示する。従来の炭素薄膜の製膜条件においては、9 0 0 ° C 程度の製膜温度が必要とされたが、実施の形態 1 においては、製膜温度 5 0 0 ° C で安定した製膜を達成することができた。

【0 0 6 9】

[表 5]

[炭素薄膜の製膜条件]

使用ガス	: $\text{CH}_4/\text{H}_2 = 100/10$ SCCM
圧力	: $1.3 \times 10^3$ Pa
マイクロ波パワー	: 500 W (13.56 MHz)
製膜温度	: 500 ° C

【0 0 7 0】

## 【工程 - 1 6 0】

その後、絶縁層 1 2 に設けられた第 2 の開口部 1 5 の側壁面を等方的なエッチングによって後退させることが、ゲート電極 1 3 の開口端部を露出させるといった観点から、好ましい。こうして、図 3 の (B) に示す電界放出素子を完成することができる。あるいは又、炭素薄膜選択成長領域 2 0 が表面に形成された導電体層（実施の形態 1 においてはカソード電極 1 1 が相当する）、及び、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に形成された炭素薄膜 2 3 から成る電子放出部から構成された電子放出装置を得ることができる。尚、等方的なエッチングは、ケミカルドライエッチングのようにラジカルを主エッチング種として利用するドライエッチング、或いはエッチング液を利用するウェットエッチングにより行うことができる。エッチング液としては、例えば 4 9 % フッ酸水溶液と純水の 1 : 1 0 0（容積比）混合液を用いることができる。

## 【0 0 7 1】

## 【工程 - 1 7 0】

その後、表示装置の組み立てを行う。具体的には、蛍光体層 3 2 と電界放出素子とが対向するようにアノードパネル A P とカソードパネル C P とを配置し、アノードパネル A P とカソードパネル C P（より具体的には、基板 3 0 と支持体 1 0）とを、枠体 3 3 を介して、周縁部において接合する。接合に際しては、枠体 3 3 とアノードパネル A P との接合部位、及び枠体 3 3 とカソードパネル C P との接合部位にフリットガラスを塗布し、アノードパネル A P とカソードパネル C P と枠体 3 3 とを貼り合わせ、予備焼成にてフリットガラスを乾燥した後、約 4 5 0 ° C で 1 0 ~ 3 0 分の本焼成を行う。その後、アノードパネル A P とカソードパネル C P と枠体 3 3 と接着層（図示せず）とによって囲まれた空間を、貫通孔 3 4 及びチップ管 3 5 を通じて排気し、空間の圧力が  $10^{-4}$  Pa 程度に達した時点でチップ管 3 5 を加熱溶融により封じ切る。このようにして、アノードパネル A P とカソードパネル C P と枠体 3 3 とに囲まれた空間を真空にすることができる。その後、必要な外部回路との配線を行い、表示装置を完成する。

## 【0 0 7 2】

かかる構成を有する表示装置において、電界放出素子の電子放出部は第 2 の開

口部 1 5 の底部に露出した、仕事関数の低い平面状の炭素薄膜 2 3 から成り、その加工には、従来のスピント型素子に関して必要とされた複雑且つ高度な加工技術を何ら要しない。しかも、炭素薄膜 2 3 のエッチング加工が不要である。従って、表示装置の有効領域の面積が増大し、これに伴って電子放出部の形成数が著しく増大した場合にも、有効領域の全域に亘って各電子放出部の電子放出効率を均一化し、輝度ムラが極めて少ない高画質の表示装置を実現することができる。

## 【 0 0 7 3 】

## (実施の形態 2)

実施の形態 2 は、実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法の変形である。実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法にあつては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に金属粒子 2 1 を付着させた後、直ちに、炭素薄膜 2 3 を形成しないと、金属粒子 2 1 の表面が自然酸化され、炭素薄膜 2 3 の形成が困難となる場合がある。実施の形態 2 においては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に、金属粒子 2 1 を付着させた後、金属粒子 2 1 の表面の金属酸化物（所謂、自然酸化膜）を除去する。尚、金属粒子の表面の金属酸化物を、プラズマ還元処理若しくは洗浄処理によって除去する。

## 【 0 0 7 4 】

実施の形態 2、あるいは後述する実施の形態 3 ～実施の形態 5 により製造される電子放出装置、電界放出素子及び表示装置の構造は、実施の形態 1 にて説明した電子放出装置、電界放出素子及び表示装置の構造と同じであるので、詳細な説明は省略する。以下、実施の形態 2 の電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法を説明する。

## 【 0 0 7 5 】

## [ 工程 - 2 0 0 ]

先ず、実施の形態 1 の [ 工程 - 1 0 0 ] ～ [ 工程 - 1 3 0 ] と同様にして、例えばガラス基板から成る支持体 1 0 上にカソード電極 1 1 を形成し、次いで、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に絶縁層 1 2 を形成し、その後、絶縁層 1 2 上

に第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を形成し、更に、ゲート電極 1 3 に形成された第 1 の開口部 1 4 に連通する第 2 の開口部 1 5 を絶縁層 1 2 に形成する。

【0 0 7 6】

[工程 - 2 1 0]

その後、実施の形態 1 の [工程 - 1 4 0] と同様にして、第 2 の開口部 1 5 の底部の中央部にカソード電極 1 1 の表面が露出したマスク層 1 6 を形成する。次に、露出したカソード電極 1 1 の表面を含むマスク層 1 6 上に、金属粒子を付着させる。具体的には、モリブデン (Mo) 微粒子をポリシロキサン溶液中に分散させた溶液 (溶媒としてイソプロピルアルコールを使用) をスピンコート法にて全面に塗布し、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に溶媒と金属粒子から成る層を形成する。その後、マスク層 1 6 を除去し、4 0 0 ° C 程度に加熱することによって溶媒を十分に除去し、露出したカソード電極 1 1 の表面に金属粒子 2 1 を残すことで、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を得ることができる。

【0 0 7 7】

[工程 - 2 2 0]

次に、金属粒子 2 1 の表面の金属酸化物 (自然酸化膜) を、以下の表 6 に例示するプラズマ還元処理に基づき除去する。あるいは又、例えば 5 0 % フッ酸水溶液と純水の 1 : 4 9 (容積比) 混合液を用いて、金属粒子 2 1 の表面の金属酸化物 (自然酸化膜) を除去することもできる。

【0 0 7 8】

[表 6]

使用ガス	: $H_2 = 100 \text{ SCCM}$
圧力	: $1.3 \times 10^3 \text{ Pa}$
マイクロ波パワー	: $600 \text{ W} (13.56 \text{ MHz})$
処理温度	: $400^\circ \text{ C}$

【0 0 7 9】

[工程 - 2 3 0]

その後、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に、厚さ約 0. 2  $\mu$  m の炭素薄膜 2 3 を形成し、電子放出部を得る。マイクロ波プラズマ C V D 法に基づく炭素薄膜 2 3 の製膜条件を、以下の表 7 に例示する。実施の形態 2 においては、製膜温度 4 0 0 ° C で安定した製膜を達成することができた。

【 0 0 8 0 】

[表 7]

[炭素薄膜の製膜条件]

使用ガス	: $\text{CH}_4/\text{H}_2 = 100/10$ SCCM
圧力	: $1.3 \times 10^3$ Pa
マイクロ波パワー	: 500 W (13.56 MHz)
製膜温度	: 400 ° C

【 0 0 8 1 】

[工程 - 2 4 0]

その後、実施の形態 1 の [工程 - 1 6 0] と同様にして、図 3 の (B) に示したと同様の電界放出素子を完成することができる。あるいは又、炭素薄膜選択成長領域 2 0 が表面に形成された導電体層 (実施の形態 1 においてはカソード電極 1 1 が相当する)、及び、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に形成された炭素薄膜 2 3 から成る電子放出部から構成された電子放出装置を得ることができる。更に、実施の形態 1 の [工程 - 1 7 0] と同様にして、表示装置の組み立てを行う。

【 0 0 8 2 】

(実施の形態 3)

実施の形態 3 も、実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法の変形である。実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法にあつては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に金属粒子 2 1 を付着させた。一方、実施の形態 3 においては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に、コバルト (Co) から成る金属粒子 2 1 を付着させた後、更に、硫黄 (S) を付着させる。以下、実施の形態 3 の電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法を説明する。

【 0 0 8 3 】

〔 工 程 - 3 0 0 〕

先ず、実施の形態 1 の〔 工 程 - 1 0 0 〕～〔 工 程 - 1 3 0 〕と同様にして、例えばガラス基板から成る支持体 1 0 上にカソード電極 1 1 を形成し、次いで、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に絶縁層 1 2 を形成し、その後、絶縁層 1 2 上に第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を形成し、更に、ゲート電極 1 3 に形成された第 1 の開口部 1 4 に連通する第 2 の開口部 1 5 を絶縁層 1 2 に形成する。

【 0 0 8 4 】

〔 工 程 - 3 1 0 〕

その後、実施の形態 1 の〔 工 程 - 1 4 0 〕と同様にして、第 2 の開口部 1 5 の底部の中央部にカソード電極 1 1 の表面が露出したマスク層 1 6 を形成する。次に、露出したカソード電極 1 1 の表面を含むマスク層 1 6 上に、金属粒子を付着させる。具体的には、実施の形態 1 と同様に、コバルト（C o）微粒子をポリシロキサン溶液中に分散させた溶液をスピコート法にて全面に塗布し、溶媒と金属粒子から成る層を炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に形成する。その後、チオナフテン溶液をスピコート法にて全面に塗布する。次いで、マスク層 1 6 を除去し、加熱処理（例えば、3 0 0 ° C、3 0 分）を施すことによって溶媒を十分に除去し、露出したカソード電極 1 1 の表面に金属粒子 2 1 を残すことで、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を得ることができ、しかも、炭素薄膜選択成長領域 2 0 の表面に硫黄（S）を付着させることができる。これによって、炭素薄膜の選択成長性を一層向上させることができる。尚、コバルト（C o）微粒子をポリシロキサン溶液中に分散させた溶液の塗布、乾燥（加熱）、チオナフテン溶液の塗布、乾燥（加熱）の順に実行し、露出したカソード電極 1 1 の表面に金属粒子 2 1 を残し、硫黄（S）が付着した炭素薄膜選択成長領域 2 0 を得ることもできる。また、その後、実施の形態 2 の〔 工 程 - 2 2 0 〕と同様にして、金属粒子 2 1 の表面の金属酸化物（自然酸化膜）を除去してもよい。

【 0 0 8 5 】

## 〔工程－ 3 2 0〕

その後、実施の形態 2 の〔工程－ 2 3 0〕と同様にして、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に、厚さ約  $0.2 \mu\text{m}$  の炭素薄膜 2 3 を形成し、電子放出部を得る。次いで、実施の形態 1 の〔工程－ 1 6 0〕と同様にして、図 3 の (B) に示したと同様の電界放出素子を完成することができる。あるいは又、炭素薄膜選択成長領域 2 0 が表面に形成された導電体層（実施の形態 1 においてはカソード電極 1 1 が相当する）、及び、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に形成された炭素薄膜 2 3 から成る電子放出部から構成された電子放出装置を得ることができる。更に、実施の形態 1 の〔工程－ 1 7 0〕と同様にして、表示装置の組み立てを行う。

## 【 0 0 8 6 】

## （実施の形態 4）

実施の形態 4 も、実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法の変形である。実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法にあつては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に金属粒子 2 1 を付着させた。一方、実施の形態 4 においては、炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に金属粒子を付着させる工程は、金属粒子を構成する金属原子を含む金属化合物粒子を炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に付着させた後、金属化合物粒子を加熱することによって分解し、以て、表面に金属粒子が付着したカソード電極の部分から成る炭素薄膜選択成長領域を得る工程から成る。具体的には、溶媒と金属化合物粒子（実施の形態 4 においてはヨウ化銅）から成る層を炭素薄膜選択成長領域を形成すべきカソード電極の部分の表面に形成した後、溶媒を除去し、金属化合物粒子を残した後、金属化合物粒子（ヨウ化銅粒子）を加熱することによって分解し、以て、表面に金属粒子（銅粒子）が付着したカソード電極の部分から成る炭素薄膜選択成長領域を得る。以下、実施の形態 4 の電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法を説明する。

## 【 0 0 8 7 】

## 〔工程－ 4 0 0〕

先ず、実施の形態 1 の〔工程－ 1 0 0〕～〔工程－ 1 3 0〕と同様にして、例



例えばガラス基板から成る支持体 10 上にカソード電極 11 を形成し、次いで、支持体 10 及びカソード電極 11 上に絶縁層 12 を形成し、その後、絶縁層 12 上に第 1 の開口部 14 を有するゲート電極 13 を形成し、更に、ゲート電極 13 に形成された第 1 の開口部 14 に連通する第 2 の開口部 15 を絶縁層 12 に形成する。

## 【0088】

## [工程-410]

その後、実施の形態 1 の [工程-140] と同様にして、第 2 の開口部 15 の底部の中央部にカソード電極 11 の表面が露出したマスク層 16 を形成する。次に、露出したカソード電極 11 の表面を含むマスク層 16 上に、金属粒子を付着させる。具体的には、実施の形態 1 と同様に、ヨウ化銅微粒子をポリシロキサン溶液中に分散させた溶液をスピンコート法にて全面に塗布し、溶媒と金属化合物粒子（ヨウ化銅粒子）から成る層を炭素薄膜選択成長領域 20 を形成すべきカソード電極 11 の部分の表面に形成する。その後、マスク層 16 を除去し、400 °C の加熱処理を施すことによって溶媒を十分に除去し、且つ、ヨウ化銅を熱分解させ、露出したカソード電極 11 の表面に金属粒子（銅粒子）21 を析出させることで、炭素薄膜選択成長領域 20 を得ることができる。

## 【0089】

## [工程-420]

その後、実施の形態 2 の [工程-230] と同様にして、炭素薄膜選択成長領域 20 上に、厚さ約 0.2  $\mu\text{m}$  の炭素薄膜 23 を形成し、電子放出部を得る。その後、実施の形態 1 の [工程-160] と同様にして、図 3 の (B) に示したと同様の電界放出素子を完成することができる。あるいは又、炭素薄膜選択成長領域 20 が表面に形成された導電体層（実施の形態 1 においてはカソード電極 11 が相当する）、及び、炭素薄膜選択成長領域 20 上に形成された炭素薄膜 23 から成る電子放出部から構成された電子放出装置を得ることができる。更に、実施の形態 1 の [工程-170] と同様にして、表示装置の組み立てを行う。

## 【0090】

尚、実施の形態 4 においても、ヨウ化銅微粒子をポリシロキサン溶液中に分散

させた溶液をスピンコート法にて全面に塗布した後、例えばチオナフテン溶液をスピンコート法にて全面に塗布し、加熱処理を施すことによって溶媒を十分に除去し、且つ、ヨウ化銅を熱分解させてもよい。これによって、炭素薄膜選択成長領域 2 0 の表面に硫黄 (S) を付着させることができる。また、実施の形態 2 の [工程 - 2 2 0] と同様にして、金属粒子 2 1 の表面の金属酸化物 (自然酸化膜) を除去してもよい。

## 【 0 0 9 1 】

## (実施の形態 5)

実施の形態 5 も、実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法の変形である。実施の形態 1 にて説明した電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法にあつては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に金属粒子 2 1 を付着させた。一方、実施の形態 5 においては、炭素薄膜選択成長領域形成工程は、第 2 の開口部の底部の中央部にカソード電極の表面が露出したマスク層を形成した後、露出したカソード電極の表面を含むマスク層上に、チタン (Ti) から成る金属薄膜をスパッタ法に基づき形成する工程から成る。以下、実施の形態 5 の電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法を説明する。

## 【 0 0 9 2 】

## [工程 - 5 0 0]

先ず、実施の形態 1 の [工程 - 1 0 0] ~ [工程 - 1 3 0] と同様にして、例えばガラス基板から成る支持体 1 0 上にカソード電極 1 1 を形成し、次いで、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に絶縁層 1 2 を形成し、その後、絶縁層 1 2 上に第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を形成し、更に、ゲート電極 1 3 に形成された第 1 の開口部 1 4 に連通する第 2 の開口部 1 5 を絶縁層 1 2 に形成する。

## 【 0 0 9 3 】

## [工程 - 5 1 0]

その後、実施の形態 1 の [工程 - 1 4 0] と同様にして、第 2 の開口部 1 5 の底部の中央部にカソード電極 1 1 の表面が露出したマスク層 1 6 を形成する。次

に、露出したカソード電極 1 1 の表面を含むマスク層 1 6 上に、表 8 に例示する条件のスパッタ法にて金属薄膜 2 2 を形成した後、マスク層 1 6 を除去する（図 5 の（A）参照）。こうして、表面に金属薄膜 2 2 が形成されたカソード電極 1 1 の部分である炭素薄膜選択成長領域 2 0 を得ることができる。

【0 0 9 4】

[表 8]

[金属薄膜の成膜条件]

ターゲット : T i

プロセスガス : A r = 1 0 0 s c c m

D C パワー : 4 k W

圧力 : 0 . 4 P a

基板加熱温度 : 1 5 0 ° C

膜厚 : 3 0 n m

【0 0 9 5】

[工程 - 5 2 0]

その後、実施の形態 2 の [工程 - 2 3 0] と同様にして、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に、厚さ約 0 . 2  $\mu$  m の炭素薄膜 2 3 を形成し、電子放出部を得る（図 5 の（B）参照）。次いで、実施の形態 1 の [工程 - 1 6 0] と同様にして、電界放出素子を完成することができる。あるいは又、炭素薄膜選択成長領域 2 0 が表面に形成された導電体層（実施の形態 1 においてはカソード電極 1 1 が相当する）、及び、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に形成された炭素薄膜 2 3 から成る電子放出部から構成された電子放出装置を得ることができる。更に、実施の形態 1 の [工程 - 1 7 0] と同様にして、表示装置の組み立てを行う。

【0 0 9 6】

尚、実施の形態 5 においても、金属薄膜 2 2 を形成した後、実施の形態 2 の [工程 - 2 2 0] と同様にして、金属粒子 2 1 の表面の金属酸化物（自然酸化膜）を除去してもよいし、実施の形態 3 の [工程 - 3 1 0] にて説明したと同様に、例えばチオナフテン溶液をスピンコート法にて全面に塗布した後、加熱処理を施すことによって溶媒を十分に除去してもよい。これによって、炭素薄膜選択成長

領域 2 0 の表面に硫黄 (S) を付着させることができる。また、実施の形態 4 と同様にして、金属化合物薄膜をスパッタ法にて、第 2 の開口部 1 5 の底部に位置するカソード電極 1 1 の表面に形成した後、金属化合物薄膜を熱分解し、カソード電極の表面に金属薄膜が形成されて成る炭素薄膜選択成長領域 2 0 を得てもよい。

## 【 0 0 9 7 】

## (実施の形態 6)

実施の形態 6 は、本発明の電子放出装置、冷陰極電界電子放出素子、冷陰極電界電子放出表示装置、第 2 の態様に係る製造方法に関する。

## 【 0 0 9 8 】

実施の形態 6 の電界放出素子の模式的な一部端面図を図 7 の (B) に示す。この電界放出素子も、支持体 1 0 上に形成されたカソード電極 1 1、及び、カソード電極 1 1 の上方に形成され、第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 から成る。そして、開口部 1 4、1 5 の底部に位置するカソード電極 1 1 の部分の表面に形成された炭素薄膜選択成長領域 2 0、及び、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に形成された炭素薄膜 2 3 から成る電子放出部を更に備えている。実施の形態 6 においては、炭素薄膜選択成長領域 2 0 は、表面にニッケル (Ni) から成る金属粒子 2 1 が付着したカソード電極 1 1 の部分である。尚、実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 にて説明した電界放出素子と異なり、炭素薄膜選択成長領域 2 0 及びその上に形成された炭素薄膜 2 3 は、絶縁層 1 2 内まで延びている。但し、炭素薄膜選択成長領域 2 0 の形成状態に依っては、実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 にて説明した電界放出素子と同様に、炭素薄膜選択成長領域 2 0 及びその上に形成された炭素薄膜 2 3 が、開口部 1 4、1 5 の底部に位置するカソード電極 1 1 の部分の表面にのみ形成されていてもよい。

## 【 0 0 9 9 】

実施の形態 6 の電界放出素子においても、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上には絶縁層 1 2 が形成されており、ゲート電極 1 3 に設けられた第 1 の開口部 1 4 に連通した第 2 の開口部 1 5 が絶縁層 1 2 に設けられており、第 2 の開口部 1 5 の底部に炭素薄膜 2 3 が位置する。

## 【0 1 0 0】

実施の形態 6 の表示装置は、実質的に図 4 に示したと同様の表示装置であるが故に、詳細な説明は省略する。

## 【0 1 0 1】

以下、実施の形態 6 の電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法を、図 6 及び図 7 を参照して説明する。

## 【0 1 0 2】

## [工程 - 6 0 0]

まず、例えばガラス基板から成る支持体 1 0 上にカソード電極形成用の導電材料層を形成し、次いで、周知のリソグラフィ技術及び R I E 法に基づき導電材料層をパターンニングすることによって、ストライプ状のカソード電極 1 1 を支持体 1 0 上に形成する（図 6 の（A）参照）。トライプ状のカソード電極 1 1 は、図面の紙面左右方向に延びている。導電材料層は、例えばスパッタリング法により形成された厚さ約  $0.2 \mu\text{m}$  のクロム（C r）層から成る。スパッタリング法によるクロム層の製膜条件は表 1 に例示したと同様とすればよく、クロム層のエッチング条件は表 2 に例示したと同様とすればよい。

## 【0 1 0 3】

## [工程 - 6 1 0]

その後、カソード電極 1 1 の表面に炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成する。具体的には、まず、レジスト材料層をスピコート法にて全面に製膜した後、リソグラフィ技術に基づき、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面が露出したマスク層 1 1 6 を形成する（図 6 の（B）参照）。次に、露出したカソード電極 1 1 の表面を含むマスク層 1 1 6 上に、金属粒子を付着させる。具体的には、ニッケル（N i）微粒子をポリシロキサン溶液中に分散させた溶液（溶媒としてイソプロピルアルコールを使用）をスピコート法にて全面に塗布し、溶媒と金属粒子から成る層を炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成すべきカソード電極 1 1 の部分の表面に形成する。その後、マスク層 1 1 6 を除去し、 $400^{\circ}\text{C}$  程度に加熱することによって溶媒を除去し、露出したカソード電極 1 1 の表面に金属粒子 2 1 を残すことで、炭素薄膜選択成長領域 2 0 を得るこ

とができる（図 6 の（C）参照）。尚、ポリシロキサンは、露出したカソード電極 1 1 の表面に金属粒子 2 1 を固定させる機能（所謂、接着機能）を有する。

【0 1 0 4】

[工程 - 6 2 0]

その後、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に、厚さ約  $0.2 \mu\text{m}$  の炭素薄膜 2 3 を形成し、電子放出部を得る。この状態を図 7 の（A）に示す。マイクロ波プラズマ CVD 法に基づく炭素薄膜 2 3 の製膜条件は、表 5 に例示したと同様とすればよい。

【0 1 0 5】

[工程 - 6 3 0]

次に、炭素薄膜 2 3 の上方に開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を設ける。具体的には、実施の形態 1 の [工程 - 1 1 0] と同様にして、全面に絶縁層 1 2 を形成し、実施の形態 1 の [工程 - 1 2 0] と同様にして、絶縁層 1 2 上に第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を形成する。その後、実施の形態 1 の [工程 - 1 3 0] と同様にして、ゲート電極 1 3 に設けられた第 1 の開口部 1 4 に連通する第 2 の開口部 1 5 を絶縁層 1 2 に形成し、第 2 の開口部 1 5 の底部に炭素薄膜 2 3 を露出させる。実施の形態 6 においても、第 1 の開口部 1 4 と第 2 の開口部 1 5 とは、一対一の対応関係にある。即ち、1 つの第 1 の開口部 1 4 に対応して、1 つの第 2 の開口部 1 5 が形成される。尚、第 1 及び第 2 の開口部 1 4, 1 5 の平面形状は、例えば直径  $1 \mu\text{m} \sim 30 \mu\text{m}$  の円形である。これらの開口部 1 4, 1 5 を、例えば、1 画素領域に 1 個  $\sim 3000$  個程度形成すればよい。こうして、図 7 の（B）に示す電界放出素子を得ることができる。

【0 1 0 6】

[工程 - 6 4 0]

その後、実施の形態 1 の [工程 - 1 6 0] と同様にして、絶縁層 1 2 に設けられた第 2 の開口部 1 5 の側壁面を等方的なエッチングによって後退させることが、ゲート電極 1 3 の開口端部を露出させるといった観点から、好ましい。次いで、実施の形態 1 の [工程 - 1 7 0] と同様にして、表示装置の組み立てを行う。

【0 1 0 7】

実施の形態 6 においても、金属粒子の代わりに、実施の形態 5 と同様に金属薄膜を形成してもよい。また、金属粒子を付着させた後、あるいは又、金属薄膜を形成した後、実施の形態 2 の〔工程 - 2 2 0〕と同様にして、金属粒子や金属薄膜の表面の金属酸化物（自然酸化膜）を除去してもよいし、実施の形態 3 の〔工程 - 3 1 0〕にて説明したと同様に、例えばチオナフテン溶液をスピコート法にて全面に塗布した後、加熱処理を施すことによって、炭素薄膜選択成長領域 2 0 の表面に硫黄（S）を付着させてもよい。また、実施の形態 4 と同様にして、金属化合物粒子を付着させた後、あるいは又、金属化合物薄膜を形成した後、金属化合物粒子や金属化合物薄膜を熱分解し、カソード電極の表面に金属粒子が付着して成り、あるいは又、金属薄膜が形成されて成る炭素薄膜選択成長領域を得てもよい。

【0 1 0 8】

（実施の形態 7）

実施の形態 7 は、本発明の電子放出装置、冷陰極電界電子放出素子、冷陰極電界電子放出表示装置、第 3 の態様に係る製造方法に関する。

【0 1 0 9】

実施の形態 7 の電界放出素子の模式的な一部端面図を図 9 に示す。この電界放出素子は、実質的には実施の形態 6 にて説明した電界放出素子と同様の構造を有するので、詳細な説明は省略する。また、実施の形態 7 の表示装置は、実質的に図 4 に示したと同様の表示装置であるが故に、詳細な説明は省略する。

【0 1 1 0】

以下、実施の形態 7 の電界放出素子の製造方法及び表示装置の製造方法を、図 8 及び図 9 を参照して説明する。

【0 1 1 1】

〔工程 - 7 0 0〕

まず、実施の形態 6 の〔工程 - 6 0 0〕と同様にして、例えばガラス基板から成る支持体 1 0 上に、ストライプ状のカソード電極 1 1 を形成する。その後、実施の形態 6 の〔工程 - 6 1 0〕と同様にして、カソード電極 1 1 の表面に炭素薄膜選択成長領域 2 0 を形成する（図 7 の（A）参照）。

## 【0 1 1 2】

## [工程- 7 1 0]

次に、実施の形態 6 の [工程- 6 3 0] と同様にして、炭素薄膜選択成長領域 2 0 の上方に開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を設ける。具体的には、実施の形態 1 の [工程- 1 1 0] と同様にして、全面に絶縁層 1 2 を形成し、実施の形態 1 の [工程- 1 2 0] と同様にして、絶縁層 1 2 上に第 1 の開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 を形成する。その後、実施の形態 1 の [工程- 1 3 0] と同様にして、ゲート電極 1 3 に設けられた第 1 の開口部 1 4 に連通する第 2 の開口部 1 5 を絶縁層 1 2 に形成し、第 2 の開口部 1 5 の底部に炭素薄膜選択成長領域 2 0 を露出させる。実施の形態 7 においても、第 1 の開口部 1 4 と第 2 の開口部 1 5 とは、一対一の対応にある。即ち、1 つの第 1 の開口部 1 4 に対応して、1 つの第 2 の開口部 1 5 が形成される。尚、第 1 及び第 2 の開口部 1 4, 1 5 の平面形状は、例えば直径  $1 \mu\text{m} \sim 30 \mu\text{m}$  の円形である。これらの開口部 1 4, 1 5 を、例えば、1 画素領域に 1 個  $\sim 3000$  個程度形成すればよい。こうして、図 8 の (B) に示す構造を得ることができる。

## 【0 1 1 3】

## [工程- 7 2 0]

その後、実施の形態 1 の [工程- 1 5 0] と同様の方法で、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に、厚さ約  $0.2 \mu\text{m}$  の炭素薄膜 2 3 を形成し、電子放出部を得る (図 9 参照)。

## 【0 1 1 4】

## [工程- 7 3 0]

その後、実施の形態 1 の [工程- 1 6 0] と同様にして、絶縁層 1 2 に設けられた第 2 の開口部 1 5 の側壁面を等方的なエッチングによって後退させることが、ゲート電極 1 3 の開口端部を露出させるといった観点から、好ましい。次いで、実施の形態 1 の [工程- 1 7 0] と同様にして、表示装置の組み立てを行う。

## 【0 1 1 5】

実施の形態 7 においても、金属粒子の代わりに、実施の形態 5 と同様に金属薄膜を形成してもよい。また、開口部 1 4, 1 5 を形成した後、実施の形態 2 の [



工程－２２０］と同様にして、露出した炭素薄膜選択成長領域２０における金属粒子や金属薄膜の表面の金属酸化物（自然酸化膜）を除去してもよいし、実施の形態３の［工程－３１０］にて説明したと同様に、例えばチオナフテン溶液をスピコート法にて全面に塗布した後、加熱処理を施すことによって、炭素薄膜選択成長領域２０の表面に硫黄（Ｓ）を付着させてもよい。また、実施の形態４と同様にして、金属化合物粒子を付着させた後、あるいは又、金属化合物薄膜を形成した後、金属化合物粒子や金属化合物薄膜を熱分解し、カソード電極の表面に金属粒子が付着して成り、あるいは又、金属薄膜が形成されて成る炭素薄膜選択成長領域を得てもよい。

#### 【０１１６】

以上、本発明を、実施の形態に基づき説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。実施の形態において説明した各種の条件、使用材料、電界放出素子や表示装置の構造は例示であり、適宜変更することができる。

#### 【０１１７】

各実施の形態においては、第１の開口部と第２の開口部とを一对一の対応関係としたが、その代わりに、図１０に電界放出素子の模式的な一部断面図を示すように、多対一の対応関係とすることもできる。即ち、多数の第１の開口部１４に対応して、１つの第２の開口部１５を設けてもよい。このような構造は、例えば、実施の形態１の［工程－１６０］、実施の形態６の［工程－６４０］あるいは実施の形態７の［工程－７３０］で、絶縁層１２に設けられた第２の開口部１５の側壁面を等方的なエッチングによって後退させるとき、エッチングを過剰に行うことによって得ることができる。あるいは又、実施の形態６の［工程－６３０］や実施の形態７の［工程－７１０］において、第２の開口部１５をかかる構造に形成すればよい。即ち、ゲート電極を構成するための導電材料層を絶縁層１２上に形成し、導電材料層をストライプ状にパターンニングすると同時に第１の開口部１４を形成し、次いで、第１の開口部１４の下方の絶縁層１２を等方的にエッチングすることによって、かかる構造の第２の開口部１５を得ることができる。あるいは又、予め、複数の開口部が形成された帯状の金属層を準備し、一方、支持体１０上に絶縁材料から成る帯状のスペーサを形成しておき、かかるスペーサ

の頂面に接するように、炭素薄膜の上方あるいは炭素薄膜選択成長領域の上方に金属層を張架することによってゲート電極を設けてもよい。この場合、ゲート電極を設ける前に、炭素薄膜選択成長領域、炭素薄膜の形成を行ってもよいし、ゲート電極を設けた後に、炭素薄膜選択成長領域、炭素薄膜の形成を行ってもよいし、ゲート電極を設ける前に炭素薄膜選択成長領域の形成を行い、ゲート電極を設けた後に炭素薄膜の形成を行ってもよい。尚、これらの場合、第 1 の開口部 1 4 の真下に炭素薄膜選択成長領域 2 0 が形成されていなくともよい。あるいは又、これらの場合、複数の第 1 の開口部 1 4 に対応して 1 つの第 2 の開口部を設け、しかも、第 2 の開口部の底部に 1 つの炭素薄膜選択成長領域 2 0 を設ける構造としてもよい。

## 【0 1 1 8】

本発明の冷陰極電界電子放出素子において、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 には更に第 2 絶縁層 1 7 を設け、第 2 絶縁層 1 7 上に収束電極 1 8 を設けてもよい。このような構造を有する電界放出素子の模式的な一部端面図を図 1 1 に示す。第 2 絶縁層 1 7 には第 1 の開口部 1 4 に連通した第 3 の開口部 1 9 が設けられている。収束電極 1 8 の形成は、例えば、実施の形態 1 にあっては、[工程 - 1 1 0] において、絶縁層 1 2 上にストライプ状のゲート電極 1 3 を形成した後、第 2 絶縁層 1 7 を形成し、次いで、第 2 絶縁層 1 7 上にパターンニングされた収束電極 1 8 を形成した後、収束電極 1 8、第 2 絶縁層 1 7 に第 3 の開口部 1 9 を設け、更に、ゲート電極 1 3 に第 1 の開口部 1 4 を設ければよい。

## 【0 1 1 9】

本発明の電子放出装置を、表面伝導型電子放出素子と通称される素子に適用することもできる。この表面伝導型電子放出素子は、例えばガラスから成る支持体上に酸化錫 ( $\text{SnO}_2$ )、金 ( $\text{Au}$ )、酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) / 酸化錫 ( $\text{SnO}_2$ )、カーボン、酸化パラジウム ( $\text{PdO}$ ) 等の導電材料から成り、微小面積を有し、所定の間隔 (ギャップ) を開けて配された一対の電極がマトリクス状に形成されて成る。そして、一対の電極の内的一方の電極に行方向配線が接続され、一対の電極の内の方の電極に列方向配線が接続された構成を有する。かかる表面伝導型電子放出素子においては、各一対の電極 (導電体層に相当する)

の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成し、その上に、炭素薄膜から成る電子放出部を形成する。一対の電極に電圧を印加することによって、ギャップを挟んで向かい合った炭素薄膜に電界が加わり、炭素薄膜から電子が放出される。かかる電子をアノードパネル上の蛍光体層に衝突させることによって、蛍光体層が励起されて発光し、所望の画像を得ることができる。

【0 1 2 0】

【発明の効果】

本発明においては、導電体層やカソード電極の所望の部位に炭素薄膜から成る電子放出部を設けることができ、しかも、炭素薄膜を所望の形状にするための炭素薄膜のパターニングを行う必要が無い。しかも、電子放出部が炭素薄膜から構成されているので、低閾値電圧を有し、電子放出効率の高い冷陰極電界電子放出素子を得ることができ、また、低消費電力、高画質の冷陰極電界電子放出表示装置を得ることができる。更には、有効領域の面積が増大し、これに伴って冷陰極電界電子放出素子の形成数が著しく増大した場合にも、各冷陰極電界電子放出素子の電子放出部を精度良く形成することができるため、有効領域の全域に亘って各電子放出部の電子放出効率が均一化され、輝度ムラが極めて少ない高画質の冷陰極電界電子放出表示装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

発明の実施の形態 1 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 2】

図 1 に引き続き、発明の実施の形態 1 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 3】

図 2 に引き続き、発明の実施の形態 1 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 4】

発明の実施の形態 1 の冷陰極電界電子放出表示装置の模式的な一部端面図であ

る。

【図 5】

発明の実施の形態 5 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 6】

発明の実施の形態 6 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 7】

図 6 に引き続き、発明の実施の形態 6 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 8】

発明の実施の形態 7 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 9】

図 8 に引き続き、発明の実施の形態 7 の冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図 1 0】

複数の第 1 の開口部に対応して、1 つの第 2 の開口部が設けられた冷陰極電界電子放出素子の模式的な一部断面図である。

【図 1 1】

収束電極を有する本発明の冷陰極電界電子放出素子の模式的な一部端面図である。

【図 1 2】

スピント型素子を備えた従来の冷陰極電界電子放出表示装置の構成例を示す模式図である。

【符号の説明】

1 0 . . . 支持体、1 1 . . . カソード電極、1 2 . . . 絶縁層、1 3 . . . ゲート電極、1 4 . . . 第 1 の開口部、1 5 . . . 第 2 の開口部、1 6, 1 1 6 . . . マスク層、1 7 . . . 第 2 絶縁層、1 8 . . . 収束電極、1 9 . . . 第 3 の

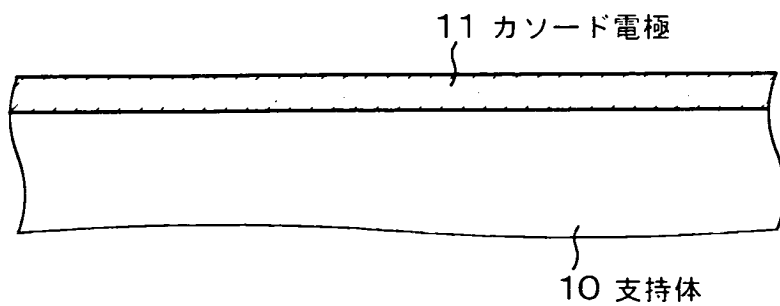
開口部、20・・・炭素薄膜選択成長領域、21・・・金属粒子、22・・・金属薄膜、23・・・炭素薄膜、30・・・基板、31・・・アノード電極、32・・・蛍光体層、33・・・棒体、34・・・貫通孔、35・・・チップ管、36・・・走査回路、37・・・制御回路、38・・・加速電源、CP・・・カソードパネル、AP・・・アノードパネル

【書類名】 図面

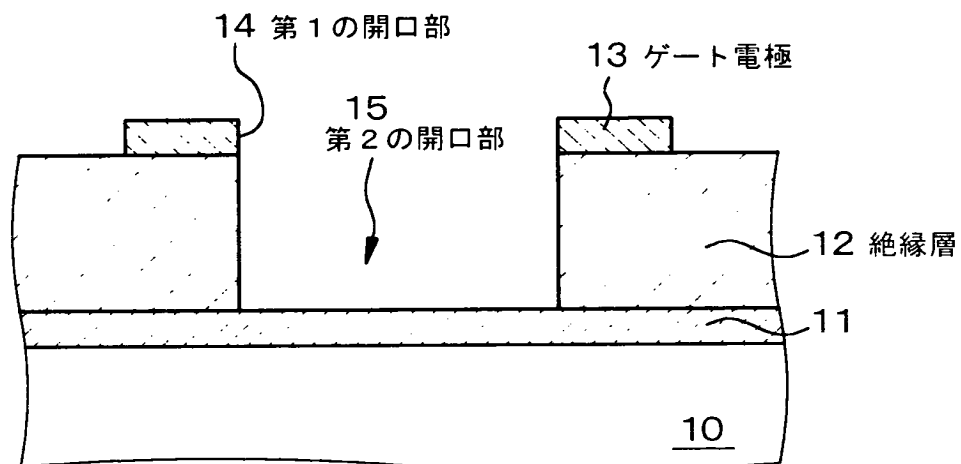
【図 1】

【図 1】

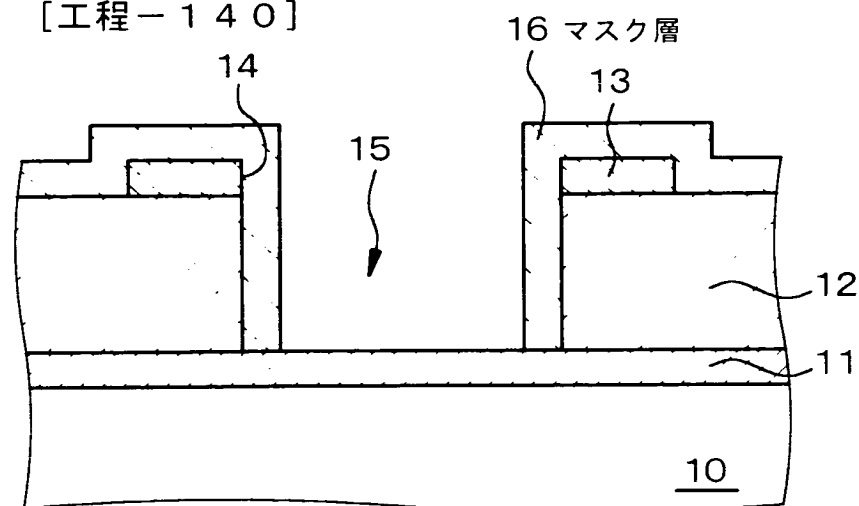
(A) [工程 - 1 0 0]



(B) [工程 - 1 3 0]



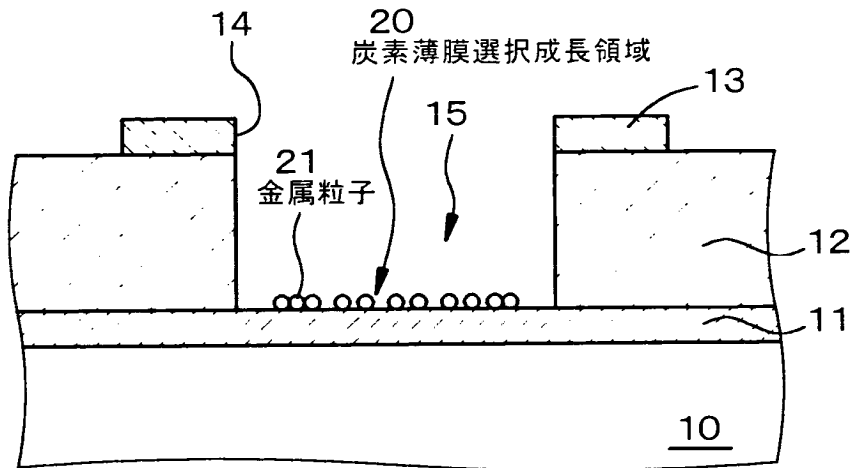
(C) [工程 - 1 4 0]



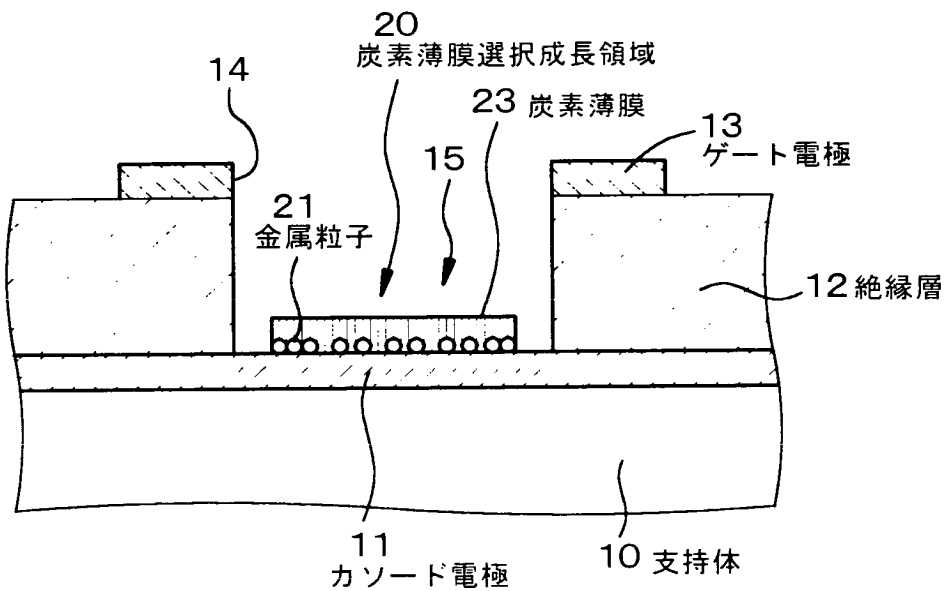
【図2】

【図2】

(A) [工程-140] 続き



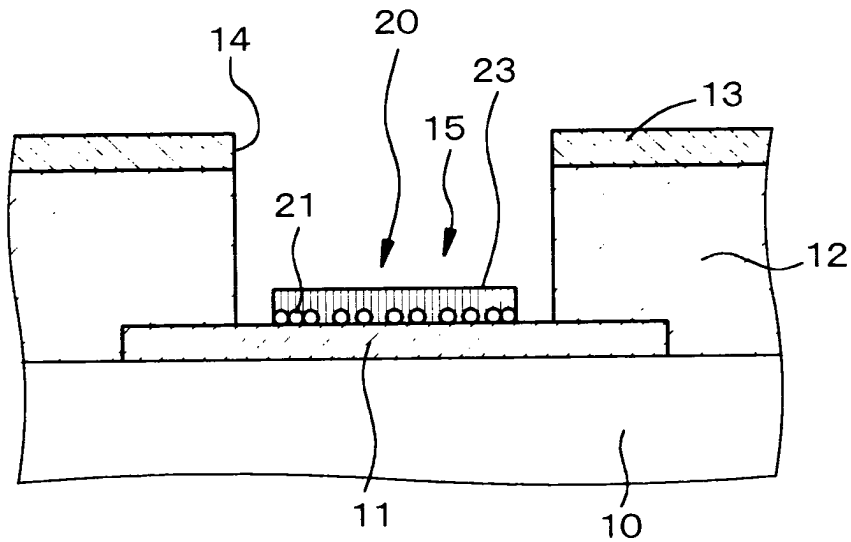
(B) [工程-150]



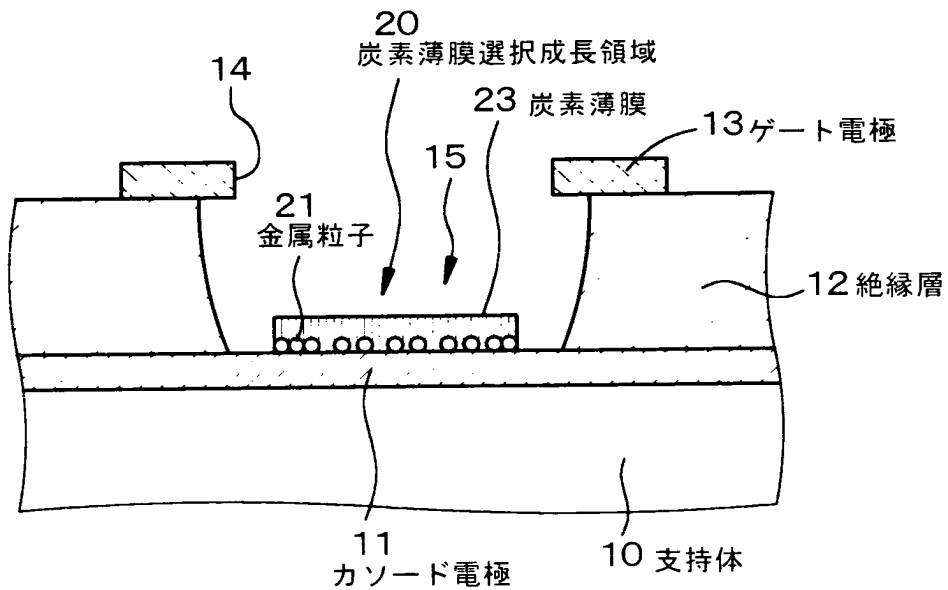
【図 3】

【図 3】

(A) [工程 - 1 5 0]



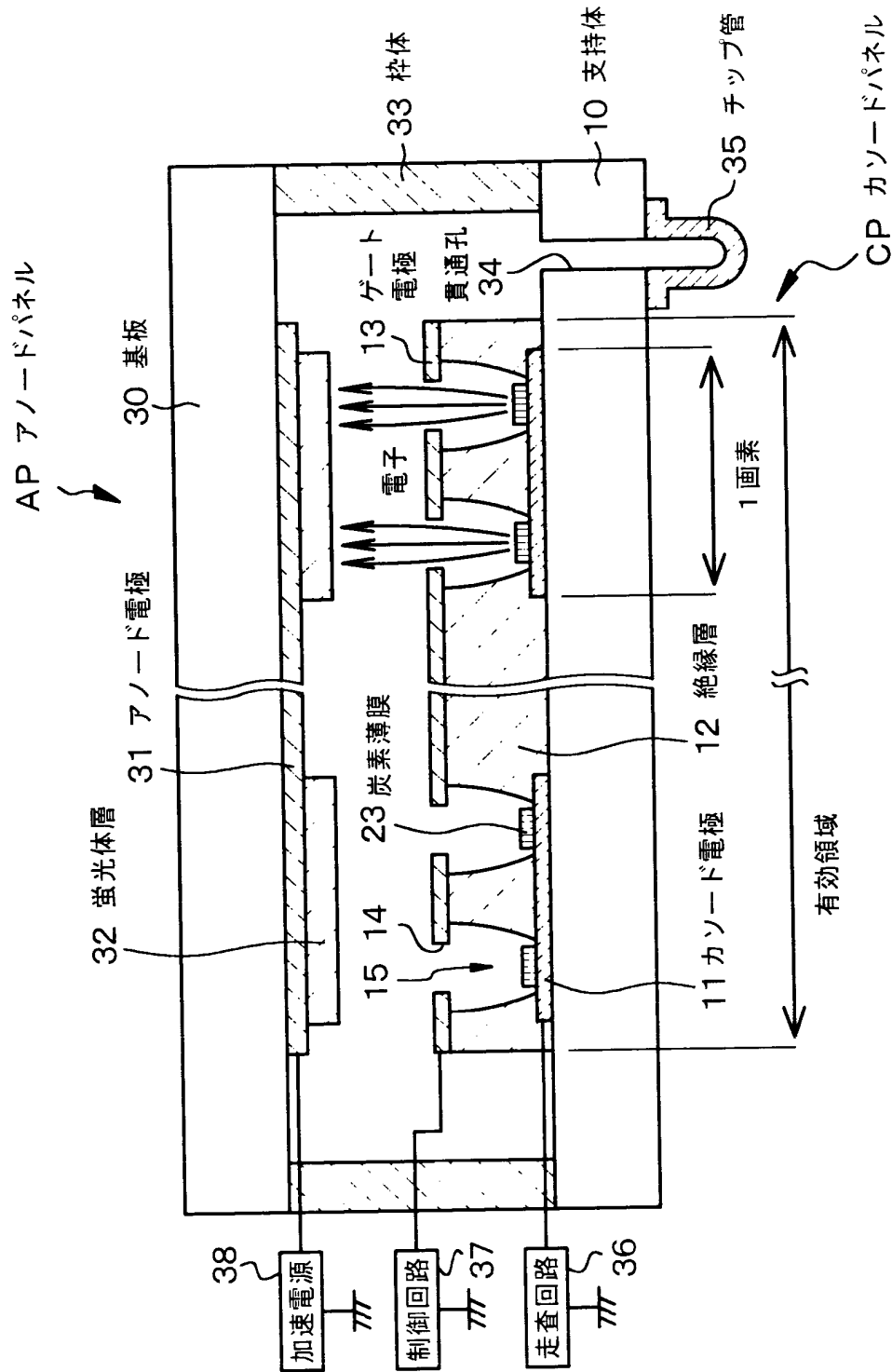
(B) [工程 - 1 6 0]





【図4】

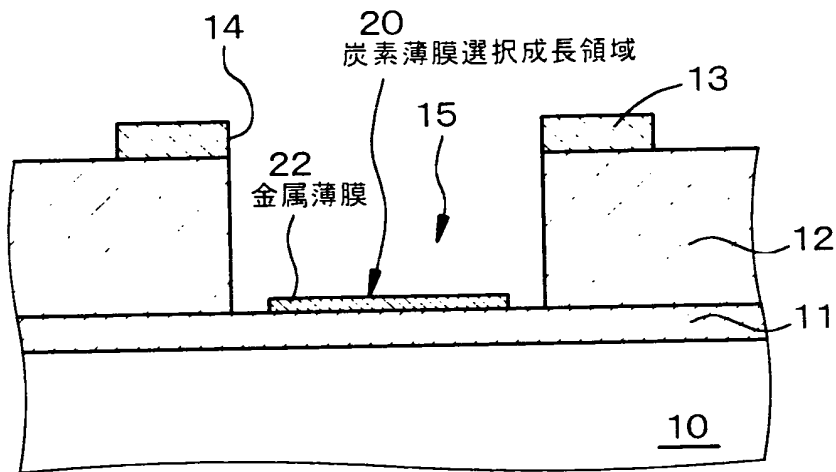
【図4】



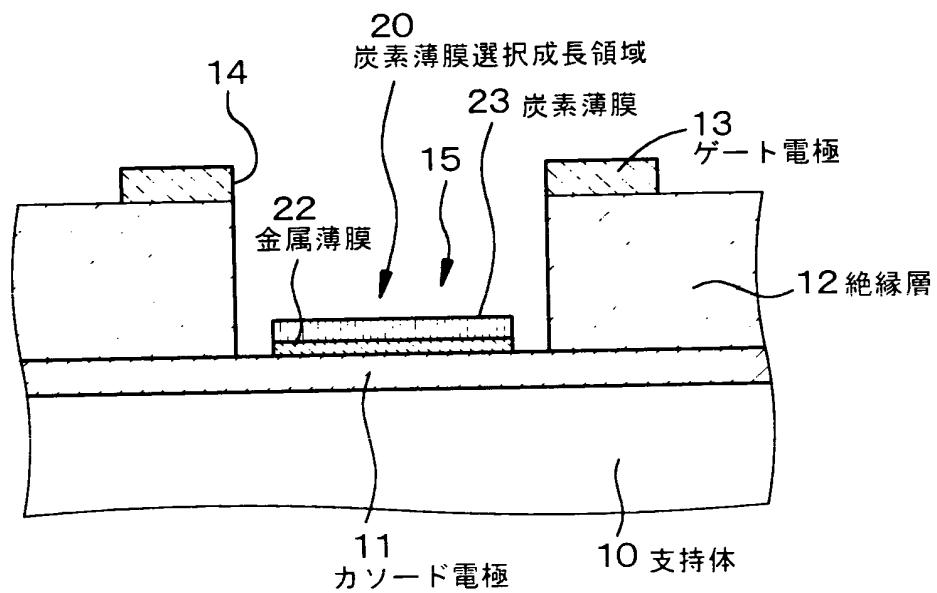
【図 5】

【図 5】

(A) [工程 - 5 1 0]



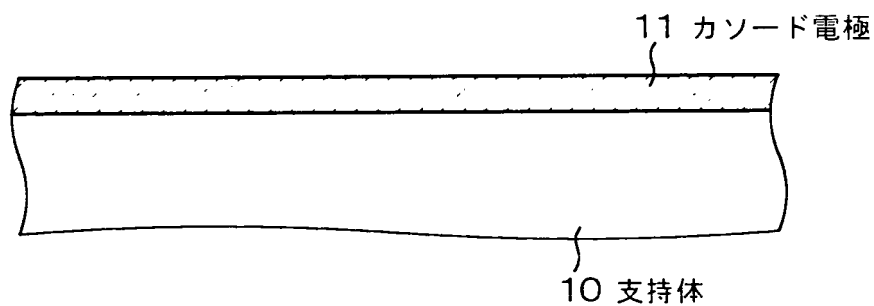
(B) [工程 - 5 2 0]



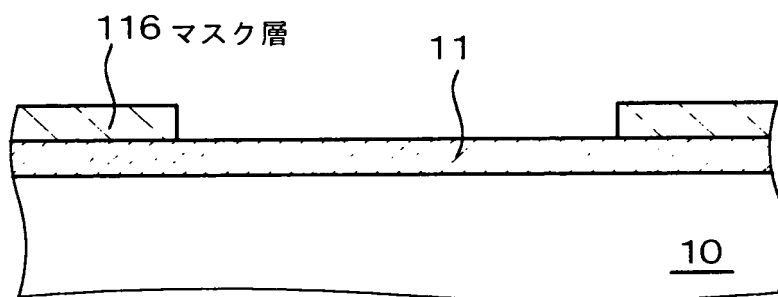
【図 6】

【図 6】

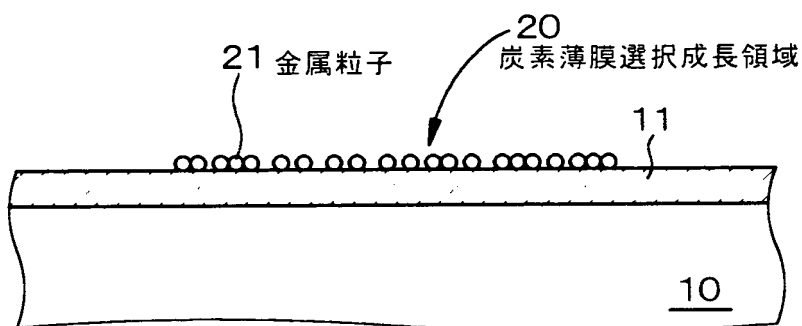
(A) [工程 - 6 0 0]



(B) [工程 - 6 1 0]



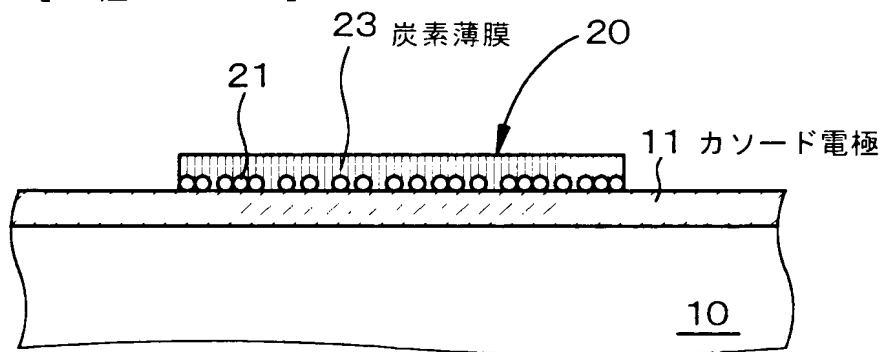
(C) [工程 - 6 1 0] 続き



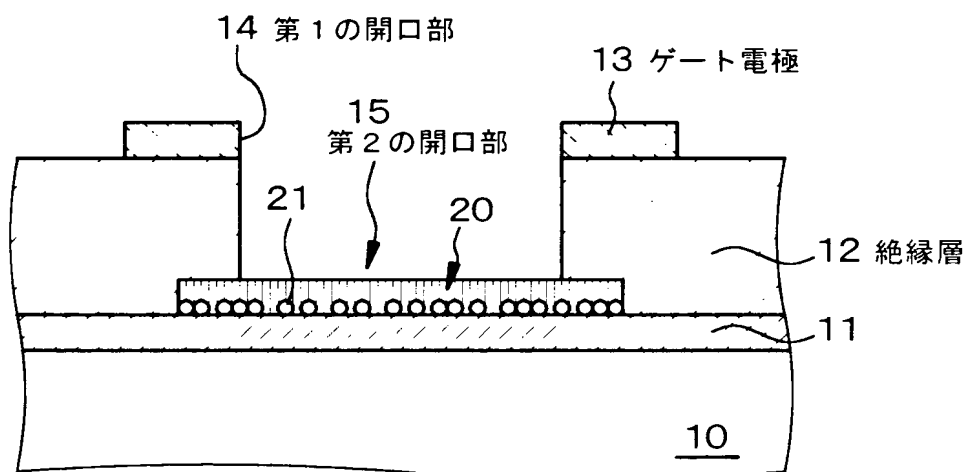
【図 7】

【図 7】

(A) [工程 - 6 2 0]



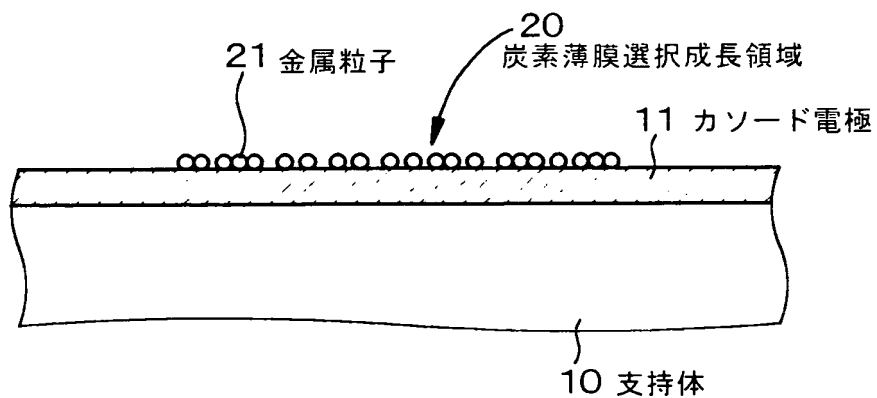
(B) [工程 - 6 3 0]



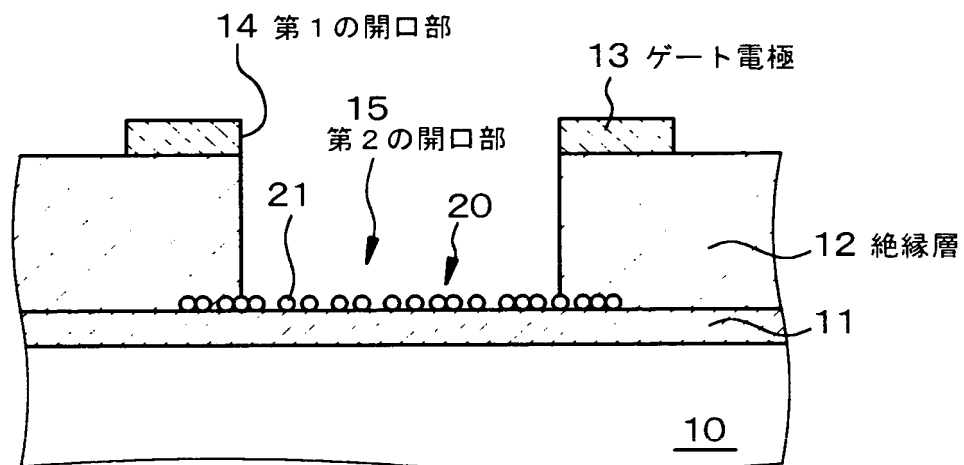
【図 8】

【図 8】

(A) [工程 - 7 0 0]



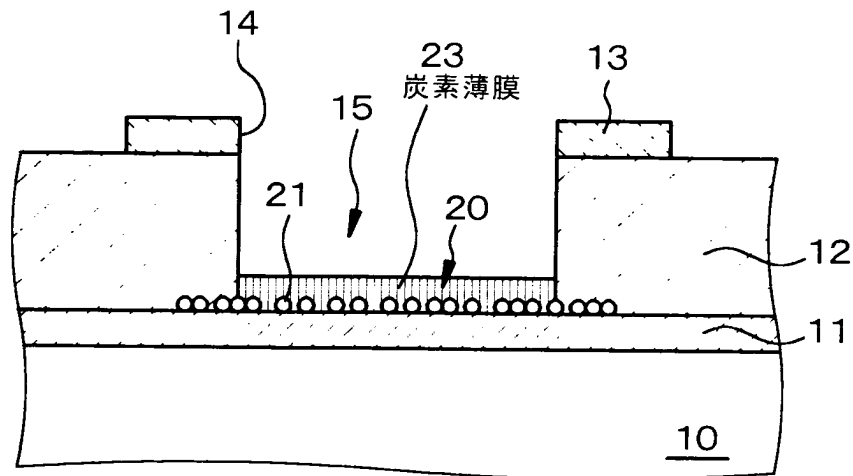
(B) [工程 - 7 1 0]



【図 9】

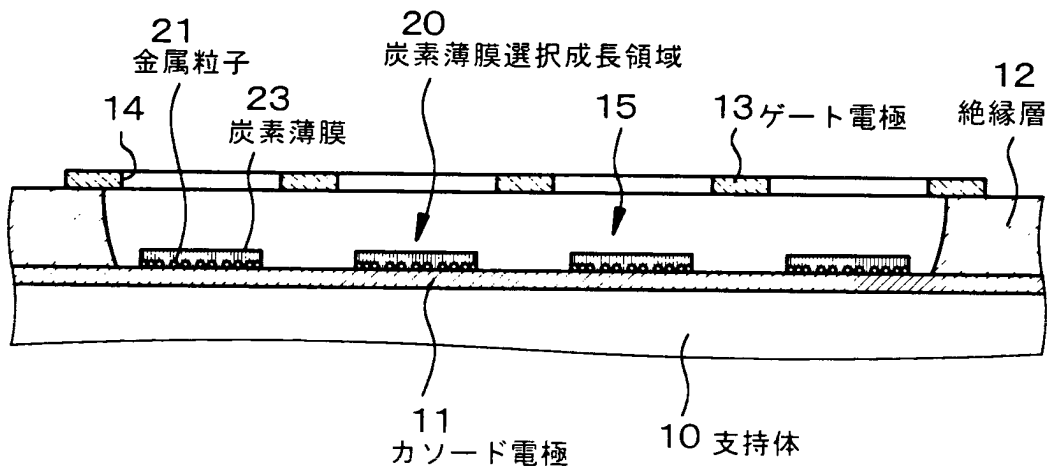
【図 9】

[工程 - 7 2 0]



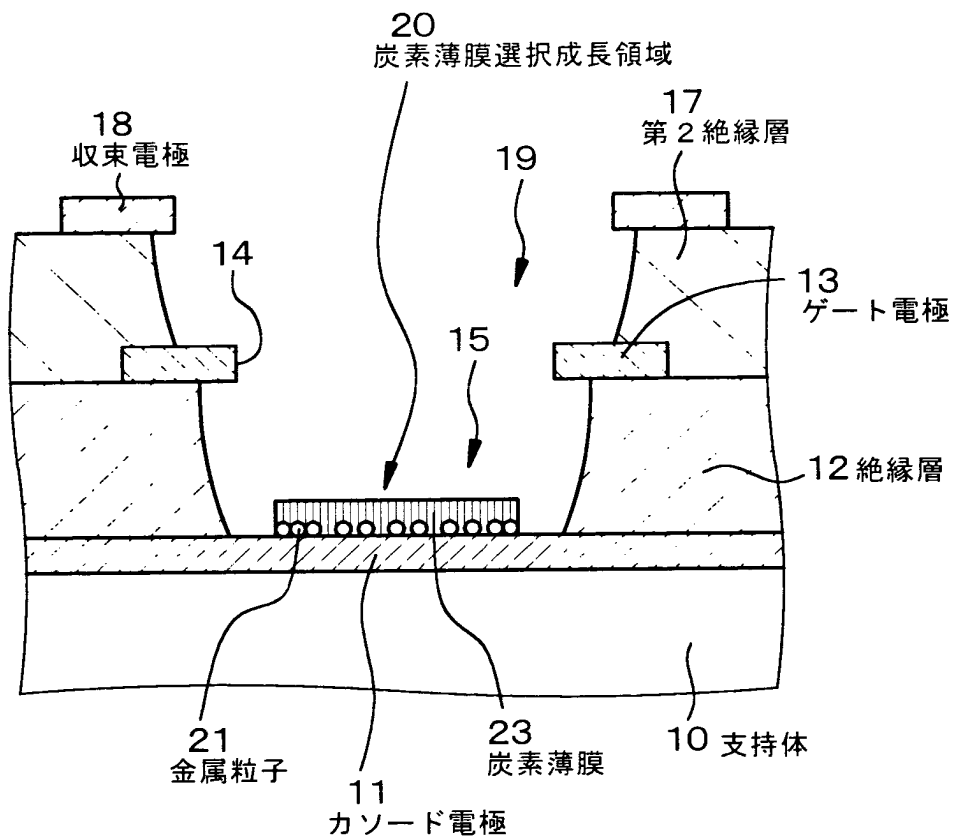
【図 1 0】

【図 1 0】



【図 1 1】

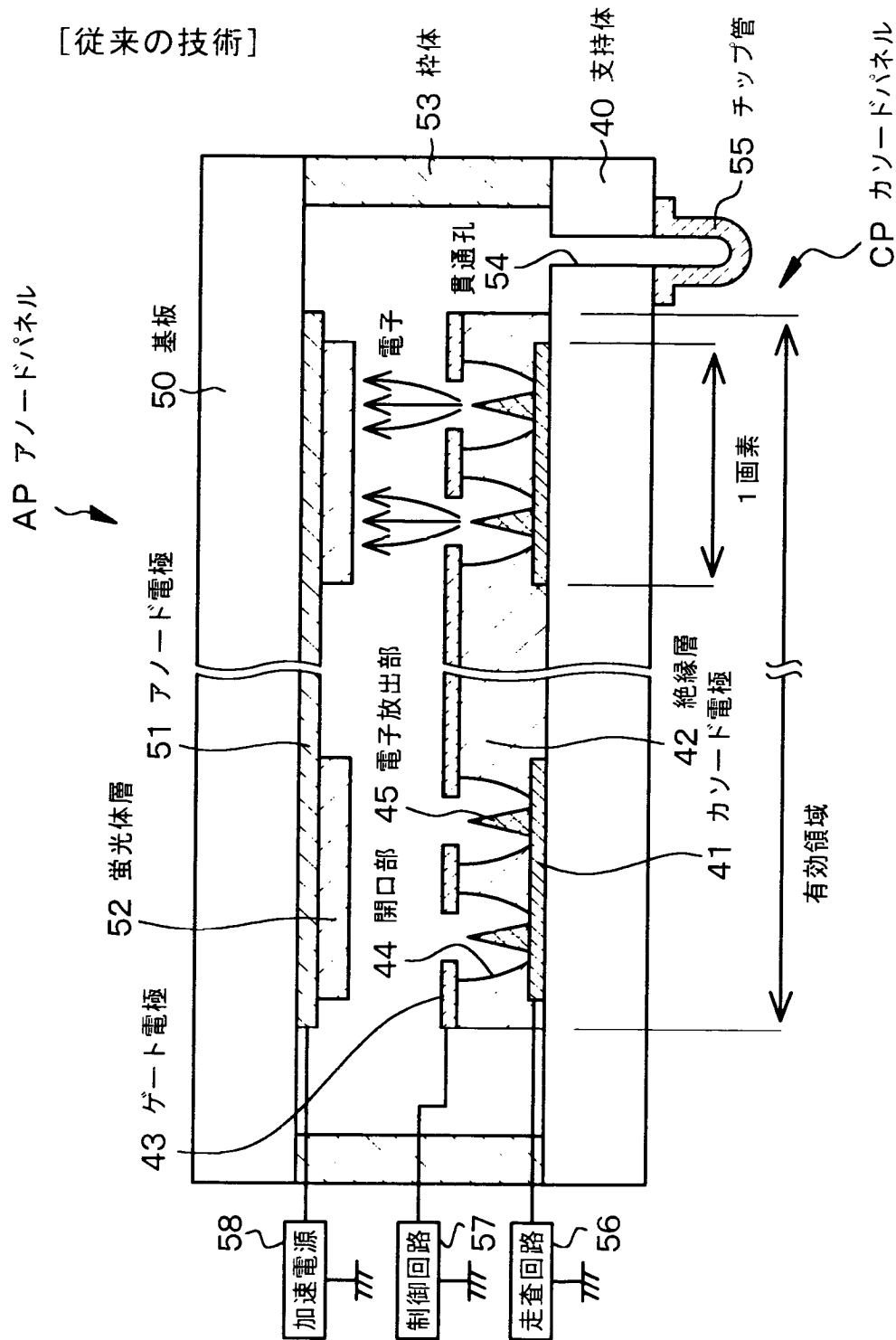
【図 1 1】



【図 1 2】

【図 1 2】

〔従来の技術〕





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 カソード電極の所望の部位に確実に炭素薄膜が形成された冷陰極電界電子放出素子を提供する。

【解決手段】 冷陰極電界電子放出素子は、支持体 1 0 上に形成されたカソード電極 1 1、及び、カソード電極 1 1 の上方に形成され、開口部 1 4 を有するゲート電極 1 3 から成り、少なくとも、開口部 1 4 の底部に位置するカソード電極 1 1 の部分の表面に形成された炭素薄膜選択成長領域 2 0、及び、炭素薄膜選択成長領域 2 0 上に形成された炭素薄膜 2 3 から成る電子放出部を更に備えている。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号  
氏 名 ソニー株式会社